



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Armeringsmatta och bark som markstabiliserande material på betesytor till mjölkkor – en utvärdering



Caroline Johansson

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **506**

Uppsala 2014

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **506**

Examensarbete, 30 hp

Masterarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 30 hp

Master Thesis

Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Armeringsmatta och bark som markstabiliserande material på
betesytor till mjölkkor – en utvärdering

An evaluation of grass carpet and bark chip as ground-stabilizing material for dairy cows

Caroline Johansson

Handledare: Eva Spörndly, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Eva Salomon, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Supervisor:

Examinator: Kerstin Svennersten Sjaunja, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examiner:

Omfattning: 30 hp

Extent:

Kurstitel: Examensarbete i Husdjursvetenskap

Course title:

Kurskod: EX0552

Course code:

Program: Agronomprogrammet – Husdjur

Programme:

Nivå: Avancerad A2E

Level:

Utgivningsort: Uppsala

Place of publication:

Utgivningsår: 2014

Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 506

Series name, part No:

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

On-line published:

Nyckelord: Armeringsmatta, bark, markstabilisering, trampsador, bete, gropindex

Key words:

Tack till!

Stiftelsen lantbruksforskning för finansieringen av projektet och därmed gjort det möjligt att genomföra.

Handledarna Eva Salomon, Institutet för Jordbruks- och miljöteknik och Eva Spörndly, Intuitionen för husdjurens utfodring och vård vid Sveriges lantbruksuniversitet för god handledning och stöd i detta examensarbete.

Niklas Adolfsson på Institutet för Jordbruks- och miljöteknik som hjälpt till med flygfotografering.

Marianne Tersmeden på Institutet för Jordbruks- och miljöteknik som placerade ut och läste av väderstationen.

All personal på Lövsta och däribland Marcin Surminski som varit otroligt hjälpsam och sett till att korna betat de fällor som ingick i fältförsöket. Ett extra tack till Åsa Andersson som under hela betessäsongen arbetat på Lövsta och haft lite extra koll på var ungdjur och sinkor betat.

Innehållsförteckning

Introduktion	1
Hypoteser	1
Litteraturstudie	2
Lagar angående bete till mjölkkor	2
Betesdrift	2
Trampskador på mark orsakade av mjölkkor	3
Trampskadors påverkan på djurhälsan	4
Klövproblem	4
Mastiter	4
Bark och Armeringsmatta som markstabiliserande material	4
Bark	4
Armeringsmatta	5
Andra markstabiliserande material	6
Ekonomisk skillnad mellan bark och armeringsmatta	8
Föregående betessäsong 2013	8
Vädret mellan betessäsongerna 2013 och 2014	8
Material och metod	8
Gropindex	10
Visuell bedömning av försöksrutorna	10
Vegetationsbedömning	10
Passager	11
Fotografering med obemannat flygplan	12
Väderstation	12
Utvärdering av gropindex som mätmetod	12
Statistisk analys	13
Resultat	13
Värdokumentation	13
Gropindex	14
Passager	16
Vegetationsbedömning	16
Visuell bedömning	18
Bark som markstabiliserande material	18
Armeringsmatta som markstabiliserande material	20
Kontrollfällor där ingen markstabilisering gjorts	21
Utvärdering av gropindex som mätmetod	22

Diskussion	23
Gropindex.....	23
Visuell bedömning och vegetationsbedömning	24
Gropindex som mätmetod	25
Bark och Armeringsmatta	26
Jämförelse mellan betessäsongerna 2013 och 2014.....	26
Relevans för mjölkgården	27
Slutsats	27
Svar på hypoteser	27
Källförteckning	28

Sammanfattning

Ett vanligt problem på mjölkgårdar är att trampsador uppkommer på betesytor som är kraftigt belastade av mjölkkor under betessäsongen. Den genomsnittliga besättningsstorleken i Sverige stiger och det leder till att problemet med trampsador ökar. Risken för trampsador tilltar vid stora mängder nederbörd. För att undvika trampsador på marken går det att dränera och ta bort matjorden och lägga dit ett markstabiliserande material. Bark som markstabiliserande material har i tidigare studier visat sig vara bra om barken är ordentligt packad. Armeringsmatta är ett material som består av ett kraftigt plastnät och som är starkt och tåligt.

Syftet med fältförsöket var att identifiera hur tramptålig bark respektive armeringsmatta var jämfört med ingen åtgärd alls, samt att utvärdera hållbarheten på dessa markstabiliserande material under en andra betessäsong. Det utvärderades även hur gropindex som mätmetod fungerade. För att analysera de olika materialen valdes betesfällornas grindhål ut. Tre rutor anlagda med bark och tre rutor med armeringsmatta, samt tre rutor kontroll där det inte har gjorts någon markstabilisering studerades i försöket. Fältförsöket bestod totalt av nio försöksrutor i nio olika grindhål. Ett gropindex användes för att undersöka hur tramptåliga materialen var. Utvärderingen gjordes vid 6 olika mättillfällen. Det gjordes även en visuell bedömning av hur effektivt de olika materialen motverkade trampsador samt av växtlighetens täckningsgrad utanför försöksrutorna med de markstabiliserande materialen. Det togs flygbilder för att bedöma grad av vegetationstäckning av den intilliggande marken. Antalet djur som passerade försöksrutorna registrerades för att kunna göra en jämförelse mellan frekvens av trampsador och antalet passager i varje fällöppning. Nederbördsmängden och lufttemperaturen registrerades med hjälp av en väderstation i nära anslutning till betesfällorna.

Mängden nederbörd var inom det normala för årstiden. Vid analys av antalet gropar som bildats på försöksytorna, benämnt gropindex, fanns tydliga signifikanta skillnader ($p \leq 0,001$) mellan bark och armeringsmatta samt mellan bark och kontroll från mättillfälle 3 fram till slutmätning. Det fanns ingen signifikant skillnad ($p > 0,05$) mellan armeringsmatta och kontroll vid något av mättillfällena. Enligt vegetationsbedömningen var det ingen stor skillnad i andel vegetation omedelbart utanför försöksytorna under betessäsongens gång. Enligt den visuella bedömningen var bark sämre än armeringsmatta och kontroll. Barken blev mer ojämn och antalet trampsador var större än på armeringsmattan och kontrollerna. Armeringsmattan visade tecken på förbättring när den blev mer jämn under betessäsongens gång. En utvärdering av gropindex som mätmetod kunde påvisa vissa brister med denna metod.

Antalet passager i de olika fällorna inom blocken skiljde sig åt i vissa fall. Dock påverkade inte detta resultaten eftersom fällor med högre antal passager inte hade ett högre gropindex. Den visuella bedömningen tyder på att barken behöver förnyas till nästkommande betessäsong och armeringsmattan behöver endast göras ren från jord och gödsel. Eventuellt kan kanterna som kommit upp ur jorden och geotextilen behöva grävas ner något. Bark som markstabiliserande material fungerade sämre än armeringsmatta och sämre än mark där det inte gjorts någon markstabilisering. Armeringsmattan fungerade som markstabilisering och det uppkom få trampsador, dock fungerade det lika bra att inte göra någon markstabilisering. Väderdata som registrerades på plats visade att nederbörden var relativt normal för denna plats detta år.

Abstract

A problem on dairy farms is trampling damage that develop on grazing areas which are frequently and intensively used by dairy cows during the grazing season. In Sweden the average herd size is increasing which highlights the issue since trampling damage tends to escalates as herd size increases. In order to limit or even avoid trampling damage it is possible to drain and remove the topsoil layer and replace it with a ground-stabilizing material instead. Previous studies have shown the use of bark to be efficient if properly packed. Another soil-stabilizing technique is using grass carpet consisting of a heavy duty plastic netting which is both strong and durable.

The purpose of this field trial was to identify how effective the bark and the armoured mat really were in comparison to taking no action, and to assess the durability of these two ground-stabilizing methods during a second grazing season. Additionally the objective was to evaluate how well the surface-index measurement method worked.

In the field trial the two materials bark chip and armoured mat along with a control group were used. For each material three experimental areas located just inside the gate of the pasture. The documentation was conducted on six measurement occasions during the grazing period. At each occasion the number of pot-holes of different depths were measured and based on this, a surface-index for each zone was calculated. Furthermore, on each occasion a visual assessment of the experimental area and the nearby areas was performed. To further investigate the nearby area aerial photos were taken in order to determine the percentage of coverage of vegetation. The number of passages through the gate was counted throughout the entire grazing season in order to conduct a comparison between trampling damages and the number of cow passages. Weather data consisting of temperature and accumulated rainfall during the period were gathered using a digital weather station on the location. The amount of precipitation proved to be normal for the season.

Significant differences ($p \leq 0,001$) were found between bark chip and armoured mat as well as between bark chip and the control area at measurement occasion three until the final one. Non significant difference ($p > 0,05$) between armoured mat and the control group were observed at any time of measurement. According to the observed vegetation percentage coverage during the grazing period no major differences were found. The visual assessment of the bark chip areas showed to be substantially concerning worse than the armoured mat and the control areas. The armoured mat showed evidence of enhancement during the season and became even more levelled. The evaluation of the surface-index as a measurement method highlighted some inconsistencies when utilizing this technique.

The number of passages through the gates were uneven between the pastures. It did not seem to affect the result since no obvious evidence of increased trampling damages in pasture with high number of passes were observed. According to the visual assessment of the areas with bark chip they would need to be renewed to the next grazing season. The armoured mat would only need a simple cleaning of soil and manure. As a ground-stabilizing material armoured mat proved to be more successful than the use of bark chip. The armoured mat worked as a ground-stabilizing material. However, the control group seemed to be equally successful in this particular field trial.

Introduktion

Detta examensarbete är en fortsättning av Hanna Nilssons examensarbete ”Bark och armeringsmatta för att förebygga trampsador på betesytor som belastats av mjölkkor”. Båda fältförsöken är delar av ett större projekt ”Kamp mot tramp”. Kamp mot tramp är indelat i två olika delar. Del 1 syftar till att utvärdera fyra olika fröblandningar utifrån vallens etablering och tramptålighet. Del 2 syftar till att utvärdera olika typer av markstabilisering som skall användas på särskilt utsatta ytor. Detta examensarbete undersöker del 2, markstabilisering med bark och armeringsmatta för att undvika trampsador.

Ett vanligt problem på mjölkgårdar är att trampsador uppkommer runt vattentråg, grindhål, drivningsgator samt runt andra kraftigt belastade ytor under betessäsong. Dessa trampsador är i många fall svåra att åtgärda och blir permanenta vilket är ett stort problem med försämrad djurhälsa och arbetsmiljö (Lindgren och Benfalk, 2004). Den genomsnittliga besättningsstorleken i Sverige stiger och det leder till att problemet med trampsador ökar. Den genomsnittliga besättningsstorleken har ökat från 1999 med 32 mjölkkor till 2013 med 73 mjölkkor (Jordbruksverket, 2013). Betesmarker som är belägna nära stallet utnyttjas oftast mer intensivt vilket gör att risken för trampsador på betesmarker nära ladugården tilltar. Dessutom blir alla transportvägar nära ladugården extra hårt belastade eftersom mjölkkena dagligen måste passera dessa ytor oavsett vilken betesfälla de ska beta i. Det finns därför en efterfrågan på att anlägga tramptåligt underlag på de ytor där risken för trampsador är stor. Trampsador kan leda till problem som försämrad djurhälsa och dålig kotrafik (Lindgren och Benfalk, 2004). Att finna bra tramptåliga underlag som kan anläggas utan alltför stor kostnad skulle ha praktisk betydelse för Sveriges mjölkbönder. Det skulle underlätta lantbrukarens dagliga arbete med korna då de vistas ute. Det har även en ekonomisk betydelse för lantbrukaren då trampsador på hårt belastade ytor kan leda till sänkta inkomster, som kan vara kopplade till extra arbetsinsatser, försämrad djurhälsa och sänkt mjölk kvalitet (Lindgren och Benfalk, 2004).

Syftet med fältförsöket är att identifiera hur tramptålig bark och armeringsmatta är jämfört med att inte vidtaga några åtgärder alls, samt att utvärdera hållbarheten på dessa markstabiliserande material under en andra betessäsong. En utvärdering av det s.k. gropindex som mätmetod för att skatta trampsador, ingår också i arbetet.

Hypoteser

- Bark som markstabiliserande material kommer att visa större trampsador då mätmetoden gropindex används jämfört med gropindex på armeringsmattan.
- Antalet gropar som mäts upp med gropindexet kommer att visa ett samband med antalet djur som passerat och belastat ytan.
- Flygbilderna som visar andelen vegetation samt andelen barmark kommer att visa ett samband med antalet djur som passerat försöksytan och gått i fällan. Andelen vegetation kommer att vara lägre i zon 1 än i zon 2 (områden utanför de markstabiliserande materialen).
- Den visuella bedömningen kommer att visa att de markstabiliserande materialen blir mer slitna för varje mättillfälle. Största delen av växtligheten kring de markstabiliserande materialen kommer i slutet av betessäsongen att bestå av ogräs. Det kommer även att vara mer ogräs i zon 1 än i zon 2.
- Armeringsmattan kommer inte att behöva underhåll till betessäsong 2015.

Litteraturstudie

Lagar angående bete till mjölkkor

Enligt djurskyddsförordningen (1988:539) ska nötkreatur som är över sex månader hållas på bete sommartid (10 §). Enligt Jordbruksverket ska mjölkkor vara på bete varje dygn och ha tillgång till betesmark minst sex timmar och betesfållan skall bestå av minst 80 % vegetation. Om korna ska beta över hela dygnet får det högst vara sju mjölkkor per hektar om betesperioden är två månader, sex mjölkkor om den är tre månader och fem mjölkkor om betestiden är fyra månader (Jordbruksverket, 2014). I vissa delar av Sverige kan det göras en uppdelning av betestiden på flera perioder, det måste dock finnas en betesplan. Minst en av perioderna måste vara sammanhängande i minst två månader. Om betesperioden inte delas upp ska mjölkorna vara på bete sammanhängande minst tre månader under perioden 1 april till 31 oktober i Uppsala län. Minst två månader av betesperioden skall infalla under perioden 15 maj till 15 september, denna period behöver inte vara sammanhängande (Jordbruksverket, 2012).

Betesdrift

Antalet mjölgårdar har minskat vilket har gjort att besättningsstorleken har ökat. År 1999 fanns det 14 000 mjölkföretag och år 2013 fanns det 4 700 mjölkföretag. Den genomsnittliga besättningsstorleken har ökat från 1999 med 32 mjölkkor till 2013 med 73 mjölkkor. De senaste åren har denna utveckling gått ännu fortare och mellan 2010 och 2013 har besättningsstorleken ökat med nästan 12 mjölkkor (Jordbruksverket, 2013). Den större besättningsstorleken gör det praktiskt svårare att ordna en god betesdrift samtidigt som det redan har skapats en god djurmiljö i de stora lösdriifterna som ofta används i dessa större besättningar. Den goda djurmiljön gör att skälen för betesdrift minskar, speciellt på gårdar som saknar tillräckligt stora betesmarker i anslutning till ladugården (Mikkelsen *et al.*, 2002).

De automatiska mjölkningssystemen (AMS) leder ofta till att betesdriften minskar och inomhusutfodringen ökar, även om det i vissa fall går att kombinera AMS med betesdrift (Kristensen *et al.*, 2005). För att kunna kombinera bete med väl fungerande AMS krävs bra systemutformning och stora krav på den dagliga skötseln (Spörndly *et al.*, 2004). Bete kan vara att föredra då det ofta har högre näringsvärde än det motsvarande skördade grovfodret (Beever *et al.*, 2000; Mayne *et al.*, 2000).

Betesdriften har betydelse på djurens hälsa. En studie i Danmark påvisade ett samband mellan betesdrift och förbättrad hälsa hos mjölkorna och det var främst ben och klövhälsan (Thomsen *et al.*, 2007). Det har även gjorts beteendestudier där korna fått välja mellan bete och ladugård. I denna studie valde de att ligga mer på betet än inne i ladugården vilket tyder på att de föredrar att ligga på betet istället för i ladugården (Ketelaar-de Lauwere *et al.*, 1999; Lagrand *et al.*, 2009).

Kivling (2012) utförde en studie där 176 lantbrukare intervjuades angående deras syn på betesdrift. Det framkom att 79 % av lantbrukarna tyckte att betesdriften fungerade bra på den egna gården och att det förbättrade djurhälsan, främst ben och klövhälsan. Det uppgavs även att det fanns problem med betesdriften såsom försämrad juverhälsa eftersom det var ett högre celltal under betessäsongen. Lantbrukarna hade uppmärksammat att under perioder med dåligt väder och med vattenpölar utanför stallet och på betet ökade problemen med *Escherichia coli*-mastit. Det var 70 % av lantbrukarna som uppgav att de höll mjölkorna inne under några dagar

under sommaren, detta gjorde de främst på grund av dåligt väder och rädslan för upptrampade beten och drivningsgator (Kivling, 2012).

Trampskador på mark orsakade av mjölkkor

Trampskador i drivningsgator och på bete orsakas lätt av mjölkkor och det kan leda till problem med djurhälsan och även till problem med att förflytta djuren till och ifrån betet (Lindgren och Benfalk, 2004). Kons klövar orsakar ett stort tryck på markens yta. Det har uppmätts att varje klöv orsakar ett tryck på 192 kPa för en stillastående ko. Detta tryck ökar sedan när kon är i rörelse och endast har tre klövar i marken och dessutom oftast endast en del av klöven i marken (Willatt och Pullar, 1984).

Upptrampade och leriga ytor kan försämra djurvälståndet och risken för trampskador är högst under höst och vår när nederbörden ofta är riklig. Den höga andelen nederbörd i kombination med lägre temperatur försämrar upptorkning och leder till lägre tillväxthastighet på betet, vilket försämrar vegetationens förmåga att återetablera sig. Vegetationen på hösten tar även upp minder vatten. Det är viktigt att ha ett lämpligt betetryck för att undvika trampskador, dock kan detta problem ändå uppstå i smala passager eller runt vattentråg och utfodringsplatser (Lindgren och Lindahl, 2007). Risken för trampskador ökar vid mycket regn och på lerjordar som inte är naturligt dränerande. Trampskadornas omfattning påverkas av antalet djur som passerar markytan (Warren *et al.*, 1986).

Mark som utsatts för hög belastning utav nötkreatur har lägre vattengenomsläpplig förmåga än en betesyta som hade utsatts för lite tramp och var oförstörd (Lucci *et al.*, 2010). Denna studie fann att en drivningsgata som användes dagligen nästan inte hade någon vattengenomsläpplighet. Allt vatten som hamnar på denna mättade yta kommer att rinna av och bli ytavrinning eftersom inget vatten kan tas upp av marken. Detta kan leda till en större risk för fosforläckage till vattendrag. Risken förstärktes av att många gödslingar skedde i drivningsgatan (Lucci *et al.*, 2010).

För att undvika trampskador på marken går det att dränera och ta bort matjorden och ersätta det med ett markstabiliserande material som exempelvis grus (Lindgren och Benfalk, 2003). De markstabiliserande åtgärderna kan vara mer eller mindre permanenta. Det är viktigt att det markstabiliserande materialet passar den avsedda gården, då vissa lantbrukare exempelvis flyttar utfodringsplatserna eller vill plöja marken där det markstabiliserande materialet ligger. Detta kan göra att lösningar med dränering och andra förändringar djupare ned i marken inte är ett alternativ. Det är bra om det markstabiliserande materialet lätt går att flytta om det inte fungerar att plöja ner eller om det räcker att endast åtgärda materialets yta, exempelvis genom att endast fylla på med ytmaterial eller göra rent materialets yta. Det är även en fördel om materialet går att återanvända (Lindgren och Lindahl, 2007).

Enligt Tūnon *et al.* (2013) har det blivit viktigt att öka betessäsongens längd och faktorer som påverkar detta är markförhållanden samt typen av jord. Studien testade trampskadors påverkan på växtligheten och den visade att antalet tramp, jordart och typ av betesmark påverkade. Studien visade att engelskt rajgräs var tåligt mot tramp på dränerade jordar. När trampskador uppkom på dåligt dränerade jordar minskade vallväxterna med mellan 14 och 49 %. Det som påverkade hur stor del av växtligheten som försvann var trampskadornas omfattning, antalet tramp och årstid. Skador på våren orsakade mer problem med vallväxternas växtlighet än skador på hösten. Om det var stora trampskador både på vår och höst gav detta en ännu mer negativ

effekt och det tog lång tid för vallens återhämtning. Studien visade att fuktigare odränerade jordar behöver en längre tid för återhämtning än väl dränerade jordar.

Trampskadors påverkan på djurhälsan

Klövproblem

Det är viktigt att grindhål och drivningsgator till betet är anpassat till antalet djur som skall passera, detta för att undvika upptrampade ytor. Upptrampade ytor kan öka smittspridning av klövsjukdomar speciellt vid dåliga väderförhållanden. Risken för slitage på klövar och trauman där risken för klövinfektioner och klövskador finns ökar i besättningar där avståndet till betet är långt på hårdgjorda ytor (Bergsten, 2011). Williams *et al.*, (1986) visade att mängden regn påverkade frekvensen av hältor hos mjölkkor. Frekvensen av hältor kunde kopplas till mängden regn som kommit upp till två veckor innan. Detta förklarades med att ytor blev leriga och upptrampade.

Mastiter

Mastitfrekvensen påverkas av säsong. Ekman och Hallén Sandgren (2001) har påvisat ett samband mellan ökat celltal och betessäsong under sommaren. Detta förklaras av att det ofta slarvas med i vilken ordning korna mjölkas och risken för smittspridning är då hög och infekterade kor kan smitta friska. Andra orsaker som kan påverka att celltalet är högre under betesperioden är den minskade mjölkproduktionen under sommaren samt att foderbyten och miljöombyte kan spela in (Barkema *et al.*, 1998). Kor som går på bete sommartid har högre frekvens av mastiter som orsakats av bakterien *Streptococcus uberis* än kor som är installade under vintern (Olde Riekerink *et al.*, 2007). Höga halter av *S. uberis* har uppmätts i mjölk Kors träck under betesperioden. Det drogs slutsatsen att bakterierna spreds på betet genom träcken (Zadoks *et al.*, 2005). I en studie av Olde Riekerink *et al.* (2007) undersöktes 300 nederländska mjölkgårdar under betesperioden för att studera skillnader mellan årstid och förekomst av mastiter. Det visades finnas en ökning av *Escherichia coli* mastiter under betesperioden, dock visade denna studie att kor som stod inne under betesperioden hade en högre frekvens av bakterien än de kor som gick på bete. Men bakteriehalten hos korna som gick på bete var ändå högre än under vintern när de var installade. Bakteriefektionerna är antagligen mest kopplade till stallhygien under betesperioden snarare än betet (Olde Riekerink *et al.*, 2007). Det är viktigt att undvika höga celltal och kliniska mastiter eftersom det kan minska mjölkproduktionen med 3-6 %, vilket påverkar lantbrukarens ekonomi negativt (Deluyker *et al.*, 1993).

Bark och Armeringsmatta som markstabiliserande material

Bark

Bark fungerar bra som markstabiliserande material till mjölkkor om barken är ordentligt packad vilket gör att ytan håller sig jämn. Detta underlag är sviktande och gör det behagligt och lätt att gå på (Lindgren och Benfalk, 2003). Det finns flera olika typer av bark och de bryts ner olika fort beroende på andelen fint material. Kväveinnehållet i bark är lågt och kolinnehållet är högt, det är därför barken bryts ner långsamt. Nedbrytningshastigheten går fortare om barken nöts ned till finare komponenter och det kan ske av exempelvis tramp (Öhrn, 1998). Andra faktorer som påverkar nedbrytningshastigheten är exempelvis hur tjockt barklager som är anlagt, tjockare lager minskar syretillförseln i nedre delen av lagret. Om barken blandas med gödsel och underliggande jordlager går nedbrytningshastigheten fortare. Detta går att undvika genom att använda materialavskiljande lager exempelvis en markväv (Lindgren och Benfalk, 2003).

Ett barklager på cirka 20 cm som används intensivt en betessäsong håller vanligen endast en säsong. Bark som är väl packad i ett tjockt lager kan hålla under längre tid. Barken bör ha stora beståndsdelar för att öka bärigheten, hållbarheten och den dränerade förmågan. Tallbark är att föredra då den består av stora beståndsdelar (Lindgren och Benfalk, 2003).

Lindgren och Benfalk (2003) undersökte skillnaden mellan bark och grus som ytlager i drivningsgator till mjölkkor. Undersökningen innefattade både bark och grus direkt på marken med markväv eller med markväv på bärande dränerat underlag. Det visade sig att barken på odränerad mark höll en betessäsong och att det behövdes fyllas på med bark till nästkommande betessäsong. Gruset fungerade fortfarande efter fyra säsonger, det höll alltså minst fyra säsonger. Den odränerade grusgatan blev något blötare än den dränerade. I studien där materialen var tunga att gå i gjorde korna snabbt stigar för att underlätta för sig. Detta skedde i gruset under första betessäsong innan gruset hade stabiliserats.

Bark som markstabiliserande material tål inte traktorkörning då den tappar form och bärighet. Därför är det olämpligt att använda detta material på platser där traktorkörning är ett måste. Om bark blandas med jord, gödsel eller grus blir det ofta en blöt sörja av materialet (Lindgren och Benfalk, 2003).

I studien av Lindgren och Benfalk (2003), där det undersöktes hur bark hade fungerat på olika gårdar, konstaterades det på en gård att ett barklager på 10-20 cm fort trampades sönder. Däremot höll ett lager på 30-40 cm som packats i olika omgångar i olika lager med exempelvis baklastare betydligt bättre. Det fanns även flera lantbrukare i studien som inte var nöjda med bark som markstabiliserande material. Detta inträffade främst på gårdar som hade barken direkt utanför ligghallen och där utfodring även skedde i närheten. Det uppgavs att ytan då blivit väldigt söndertrampad och att djuren sjönk djupt ned i materialet. En lantbrukare som i tre år haft bark utanför sin lösdriftladugård var nöjd med underlaget då korna inte drog med sig mycket lera in på spalten. Lantbrukaren hade tidigare haft grus och lera utanför vilket gjort att korna dragit in mycket lera på spalten. En annan gård var nöjda med barken som markstabiliserande material om den byttes ut varje betessäsong. Det hade observerats att korna gärna låg i barken vilket stoppade upp kotrafiken och det kunde även vara ohygieniskt.

Enligt en reserapport från ett besök på Irland där flera gårdar besöktes drogs flera slutsatser om bark som markstabiliserande material. Materialets kvalitet i en flis/barkbädd är viktig för funktion, och om djuren ligger på materialet även för djurens renlighet. Stora partiklar av materialet ger god dränering men har dålig absorptionsförmåga. Ett smuligt material med små partiklar har istället bra absorptionsförmåga och dålig dränerande förmåga och mättas fort med gödsel som gör ytan kletig. Ett medelgrovt material verkar därför vara bäst. Det är således viktigt med en god dränering under barkbädden och utfodring på bark bör undvikas. Om barkbädden är belägen till angränsade betongytor bör kanterna på betongen gjutas, detta för att undvika punktbelastning med gödsel och gödselvatten. Om barken är belägen på sådant sätt att djuren går i mycket lera eller gödsel och drar med sig detta till barkbädden är rengöring av angränsade ytor viktigt. Barkens underhåll beror på djurtätheten. Dräneringsvatten från barkytorna bör renas eller samlas upp. Det verkade som om barkbädden fungerade bättre i söderläge och med god luftväxling (Lindahl och Lindgren, 2006).

Armeringsmatta

Armeringsmattan består av ett kraftigt plastnät som är ganska lätt att hantera, starkt och tåligt (Lindgren och Lindahl, 2007). I en studie av Lindgren och Lindahl (2007) undersöktes hur

armeringsmatta fungerade som markstabiliserande material på olika gårdar. Dessa gårdar besöktes vid perioder då det kommit mycket regn för att studera effekten av stabiliseringen. Det gjordes en undersökning angående hur armeringsmattan var anlagd. Det undersöktes om det var något underarbete som förstärkning eller dränering och om det använts någon kombination med annat material som exempelvis markväv. Det undersöktes hur väl armeringsmattan motstod trampsador genom att mäta ojämnheter. Det konstaterades att armeringsmattan var mindre påverkad av trampsador från nötkreaturen än den närliggande marken kring armeringsmattan.

Armeringsmattan bör skrapas om stora mängder jord eller gödsel hamnat på mattan. Om det är aktuellt att skrapa med traktor fungerar detta. Dock bör det ske med försiktighet eftersom skopan kan fastna och skada mattan. Det går att flytta armeringsmattan men det är riskabelt då den lätt går sönder. Det går att flytta mattan med traktor och det är bäst att flytta den på våren innan ogräs växt upp i den som gör att den sitter mer fast och det är större risk att den går sönder. I vissa fall är det bra att spola av mattan innan förflyttning vilket gör att den blir lättare att lyfta och att fästen syns. Det är en fördel att armeringsmattan går att förflytta istället för att behöva schakta bort matjorden och anlägga ett stabiliserande material såsom grus eller bark. Det är speciellt en fördel om det finns behov av att flytta utfodringsplatsen eller plöja upp ytan (Lindgren och Lindhal, 2007).

Vid anläggning av armeringsmattan bör den underliggande marken vara torr och packad för att få ett bra resultat. Om den underliggande marken inte är packad kan mattan bli ojämn. För att få en mer stabil yta kan geotextil användas eller om vegetationen är dålig där mattan ska anläggas då det finns risk att jord kommer upp genom mattan och gör att den blir ojämn (Lindgren och Lindhal, 2007).

Hållbarheten på armeringsmattan är oklar, lantbrukarna i studien av Lindgren och Lindhal (2007) hade som längst använt mattan i tre år. De vanligaste skadorna på mattorna var maskinrelaterade och hade uppkommit vid körning på mattorna. Dock var dessa skador ofta lätta att åtgärda med exempelvis ståltråd eller extra järnbyglar att fästa ihop mattan med. Det fanns några gårdar i studien där det fanns skador på armeringsmattan orsakade av djur. Studien konstaterade att armeringsmattan hade bra hållbarhet om anläggning och hantering skedde enligt rekommendationerna samt utsatts för normalt tramp av kor. Används armeringsmattan vid utfodringsplatser med djur som konkurrerar med varandra bör mattan skyddas med ett ytlager med exempelvis sand för att undvika skador på mattan.

Andra markstabiliserande material

I Lindgren och Benfalks (2003) studie intervjuades lantbrukare som testat olika markstabiliserande material som använts i drivningsgator eller på andra hårt belastade ytor. Det framkom att en lantbrukare med stor erfarenhet av bark var mycket nöjd med detta material. Det framkom även att en lantbrukare som använde industriflis var väldigt nöjd med det. Lantbrukare som använde asfalterade ytor, krossmaterial eller rikligt med grovt grus tyckte att detta fungerade bra för ytor som var relativt hårt belastade. Lantbrukarna hade ofta ytterligare ytor som behövde lösningar med markstabiliserande material såsom övergångar från anlagda ytor eller drivningsgator till betet eller vid utfodringsytor (Lindgren och Benfalk, 2003).

I studien som Lindgren och Benfalk (2003) gjorde undersöktes även olika typer av markstabiliserande material genom att kontakta de företag som sålde materialen. I

undersökningen kontaktades även personer som arbetade med exempelvis anläggning av cykelbanor och ridstigar för att få reda på information av olika material.

Stenmjöl som markstabilisering tycks inte hålla mer än en säsong då den utsatts för klövtramp. Sand ger en bättre dränerande effekt, dock dränerar finare grus och sand dåligt vid inblandning av gödsel. Grus kan bli tungt för korna att gå i och grus kan tränga in i klövarna och orsaka klövproblem. Naturgrus är att föredra eftersom det krossade gruset lättare orsakar problem. Kubiserad kross, som är ett grus där kanterna har slipats bort, har använts som ytlager hos lantbrukare. Det fungerade bäst om det fyllts ut med fin jord eller humus som gjorde ytan slät. Dock slipas inte alla vassa kanter på gruset bort vilket kan ställa till med problem. Makadam och bärlager kan användas som kubiserad kross och fungerar bäst med ett ca 4 cm lager sand ovanpå för att ge korna en slät yta att gå på. Asfalt är mjukare än betong och det fungerar ganska bra för korna att gå på, dock ger det inte lika mycket svikt som organiska material. Betong har god hållbarhet men kan bli stumt att gå på som enda underlag och den kan bli hal (Lindgren och Benfalk, 2003).

Det finns återvinningsmaterial som kan användas som markstabiliserande material. Asfaltkross är ett material som kan användas och som består av upprivna gamla asfaltsbeläggningar. Det är dock viktigt att veta vad för asfalt det är och om den innehåller miljögifter. Tegelkross kan användas som bärlager till drivningsgator med ett lager sand på. Sopningssand kan användas men det kan innehålla skräp, föroreningar och tungmetaller från bilavgaser. Gamla spaltgolvselement kan användas på ytor som är kraftigt belastade av nötkreatur. Det fungerar ungefär som en betongplatta för djuren, den enda skillnaden är att urin och gödsel tillåts att läcka nedåt. Sorterad masugnsslagg kallas för hyttsten eller hyttsand beroende på grovlek. Detta material lakar endast ut små mängder tungmetaller. Dock skall alltför finkornigt material undvikas då det kan damma och även spridas till grundvatten. Returflis är flis från tryckimpregnerat virke, som inte bör läggas på åkermark eftersom det innehåller föroreningar (Lindgren och Benfalk, 2003).

Olika trämaterial kan användas som markstabiliserande material. Spån rekommenderas inte att användas utomhus då det suger åt sig vatten och vid torrt väder kan det damma. Flis fungerar att använda till nötkreatur som underlag. Dock kan materialet vara väldigt vasst beroende på virke och teknik vid flisning. Flis kan hålla länge eftersom den bryts ner långsamt. Spätt virke har genom tiden använts för att förstärka mark och anlägga stigar och vägar och skulle därför kunna fungera som markstabiliserande material för nötkreatur (Lindgren och Benfalk 2003).

Det finns syntetiska material som kan användas som markstabiliserande. Geotextilier (markväv) och geonät användas oftast för att hålla isär olika materiallager för att exempelvis skydda dräneringslagret från att sjunka ner i det underliggande jordlagret. Det fungerar bra att använda dessa textiler om det används ett slitlager på 10-20 cm. Det finns en typ av kraftigare nät som kan användas som ytterlager (eventuellt med ett tunt lager sand ovanpå) och som korna kan gå på. Detta material heter Viatrif. Syntetmatta (Tex Way) kan användas för att undvika trampskador på marken genom att den läggs ovanpå bärlagret och korna kan gå direkt på mattan. Plastgaller (Hit grind) är ett galler som används till hästars rasthagar och som placeras ovanpå dräneringslagret och som täcks av ett lager grus (Lindgren och Benfalk, 2003).

Ekonomisk skillnad mellan bark och armeringsmatta

Enligt Nilssons (2013) ekonomiska uträkning av armeringsmatta och bark som markstabiliserande underlag måste livslängden på armeringsmattan vara sju år för att få en årskostnad för underhåll och investering lägre för armeringsmatta än motsvarande för bark. Barken hade en lägre investeringskostnad än mattan, barken kostade 6 539 kr och mattan 21 837 kr för samtliga tre upprepningar av materialen i fältförsöket. Kostnaden per grindhål var en tredjedel av investeringskostnaden. Investeringskostnaden per kvadratmeter är för bark 63 kr och för armeringsmattan 218 kr. Underhållet var inkluderat i beräkningarna och det räknades med att barken förnyades med ett nytt lager varje år och att armeringsmattan endast rengjordes. Underhållskostnaden för materialen var för barken 3 500 kr per år och för armeringsmattan 600 kr per år. Ju fler år armeringsmattan kan användas efter sju år, desto mer sjunker underhållskostnaden och investeringskostnaden och det blir mer lönsamt med armeringsmattan än barken.

Föregående betessäsong 2013

Föregående betessäsong var en väldigt torr säsong med lite regn. Detta resulterade i endast lite trampsador på materialen och det förklarades med den låga regnmängden. Det visades att armeringsmattan och kontrollerna (de grindhål där ingen markstabilisering hade gjorts) hade mindre trampsador än barken. Det krävdes endast lite underhåll till betessäsongen 2014. Barken behövde fyllas på antingen över hela ytan eller endast på delar av ytan i grindhålet. Det var två av tre barkytor som klarade betesperioden 2013 bättre. Den barkytan som inte klarade trampet av korna hade större andel passager än de övriga grindhålen vilket eventuellt kan vara en orsak till att barkbädden kollapsade. Kontrollytorna fungerade bra under denna betessäsong och få trampsador registrerades på materialen (Nilsson, 2013).

Vädret mellan betessäsongerna 2013 och 2014

Tiden och vädret mellan de båda betessäsongerna 2013 och 2014 kan ha betydelse då detta kan påverka de markstabiliserande materialen. Vintern i Sverige 2013-2014 hade inte någon större väderdramatik. Svealands vinter började med ett snötäcke redan i november som sedan låg hela vintern ända tills februari. Vintern i hela landet var förhållandevis mild (SMHI, 2013).

Material och metod

Fältförsöket lades ut på våren år 2013 på SLU:s (Sveriges lantbruksuniversitet) nationella forskningscenter för lantbrukets djur, Lövsta utanför Uppsala och planerades pågå under flera betessäsonger. I denna rapport presenteras den andra betessäsongen, år 2014. Betesmarken som används för fältförsöket är i anslutning till stallet. Eftersom fältförsöket syftar till att undersöka och utvärdera olika markstabiliserande material på ytor som är hårt belastade av mjölkkor valdes betesfållornas grindhål ut, där korna passerar dagligen. De material som testades var armeringsmatta och bark. Utvärderingen av dessa material som markförstärkande åtgärder i fällängar, kommer att vara en förlängning på Hanna Nilssons examensarbete som genomfördes under sommaren 2013. I denna utvärdering ingår därför resultat från både år 2013 och 2014, vilket möjliggör en jämförelse mellan resultaten från två olika betessäsonger.

Fältförsöket var upplagt som ett randomiserat blockförsök (tabell 1). De olika blocken motsvarade olika avstånd från ladugården och betet, behandlingarna slumpades ut på de tre fållorna i varje block. Tre rutor anlagda med bark och tre rutor med armeringsmatta, samt tre rutor kontroll där det inte har gjorts någon markstabilisering studerades i försöket. Försöket bestod totalt av nio försöksrutor i olika grindhål.

Tabell 1. Blockfördelning av betesfållorna som anger vilket material som testats i de olika fållorna samt vilka kor som betade blocken

Block	Armeringsmatta	Bark	Kontroll	Betade av kor i grupp
1	22A	22B	22C	VMS
2	13	12	25	AMR
3	14	15	16	AMR

Föregående betessäsong 2013 användes fålla 11 istället för fålla 25 som kontroll i block 2. Denna fålla byttes ut eftersom fållan hade en grindöppning mot drivningsgatan vilken skiljde sig från de andra fållorna och det gjorde att det var svårt att uppskatta antalet passager korrekt.

Armeringsmattan bestod av ett kraftigt plastnät samt kalkgrus som dressmaterial i skarvarna. Armeringsmattan var förstärkt med en fiberduk (geotextil) som vid anläggning var limmad på mattans undersida. Vid anläggning 2013 jämnades endast det övre jordlagret med en grävmaskinsskopa för att få en jämn yta att placera armeringsmattan på. Mattan levererades i rullar och dessa bitar med armeringsmatta fästes ihop med buntband. Armeringsmattans sidor grävdes ner i marken för att undvika att korna trampade upp den i kanten samt för att få mattan att ligga stabilt och stilla. Inför betessäsong 2014 skrapades gammal jord och gödsel bort från mattorna. Detta gjordes på våren före betessäsong och skrapningen skedde manuellt med kratta och spade. I fålla 22 A grävdes ett hörn, som föregående betessäsong hade trampats upp, ner i jorden igen och förankrades. Armeringsmattorna i fålla 13 och 14 åtgärdades genom att kanten mot drivningsgatan grävdes ned i jorden och förankrades då kanten föregående betessäsong hade trampats upp. Detta arbete gjordes manuellt och ingen maskintrafik belastade armeringsmattorna från betessäsong 2013.

Barken bestod denna betessäsong av ett nytt lager på ca 25-30 cm som placerades på föregående betessäsongs barklager. Detta lager packades maskinellt med hjälp en grävmaskinsskopa. Vid anläggningen av barken föregående betessäsong schaktades ett lager av den övre jorden bort på ca 20 cm. Sedan placerades en geotextilduk i hålet. Ovanpå geotextilen lades sedan barken i ett lager på ca 25-30 cm. Vid anläggningen packades barken med hjälp av en grävmaskinsskopa.

Grindhålen var 4 m breda och anläggningen av materialen gjordes på en rektangulär yta som var 1,5 gånger grindhålets bredd, ytan som anlades blev $(4 \times 1,5) \times (4 \times 1,5) \text{ m} = 36 \text{ m}^2$. För att få exakt lika stora arealer i varje fålla vid utvärderingen av ytan utfördes utvärderingen på en areal som var $5 \times 6 = 30 \text{ m}^2$, vilket var samma som föregående år. Orsaken var att fällingångarna såg lite olika ut och därför varierade precisionen i anläggningen av materialet och det gav en viss variation i den anlagda ytan. För att undvika olika stora ytor i olika fållor valdes det att göra utvärderingen på en yta som blev exakt lika i varje fålla. Försöksrutorna dokumenterades innan betessläpp (mättillfälle 1) och under betesperioden vid fyra mättillfällen (mättillfälle 2-5) och sist ett slutvärde efter betessäsongen (mättillfälle 6). I början av betessäsongen gjordes mätningar med ca 6 veckors mellanrum och i slutet av säsongen gjordes mätningar med ca 3 veckors mellanrum. Det var kortare mellanrum mellan mätningarna i slutet av betessäsongen

för att nederbörden ofta är högre i slutet av betessäsongen. Enligt Warren *et al.* (1986) ökar risken för trampsador på marken vid ökad mängd nederbörd. Detta styrker att mätningarna av försöksrutorna gjordes med kortare intervall i slutet av betessäsongen.

Mätningarna utfördes av samma person vid varje mättillfälle för att få ett korrekt och säkert resultat.

Gropindex

Gropindex mättes vid varje mättillfälle för att undersöka trampskadorna i försöksrutan. Denna metodik utgörs av att antalet gropar med djupet 2-5 cm, 5-10 cm och >10 cm på försöksytan räknas. Antalet gropar konverterades sedan om i ett gropindex där antalet gropar som var 2-5 cm multiplicerades med faktorn 1 och antalet gropar som var 5-10 cm med faktorn 2. De gropar som var >10 cm multiplicerades med faktorn 3. I detta fältförsök räknades antalet gropar i 30 slumpmässigt utlagda rutor som var 50*50 cm. Detta motsvarade 25 % av försöksrutan. Var dessa rutor skulle placeras bestämdes genom lottdragning, det skedde en ny lottdragning för varje försöksruta och mättillfälle. För att räkna antalet gropar användes en fyrkantsram som var 50*50 cm som lades på materialet och i denna räknades antalet gropar, djupet på groparna mättes med hjälp av en tumstock. Alla gropar som var i fyrkantsramen räknades vare sig de endast eller delvis var belägna i fyrkantsramen. Detta eftersom de trampsador som uppkom på speciellt armeringsmattan sträckte sig över stora ytor och blev därför inte registrerade annars. Denna gropindexmetod har på liknande sätt använts i tidigare studier av Lindgren och Benfalk (2003) där de använde gropindex på bark. Lindgren och Lindahl (2007) har använt gropindex för att utvärdera trampsador på armeringsmatta.

Visuell bedömning av försöksrutorna

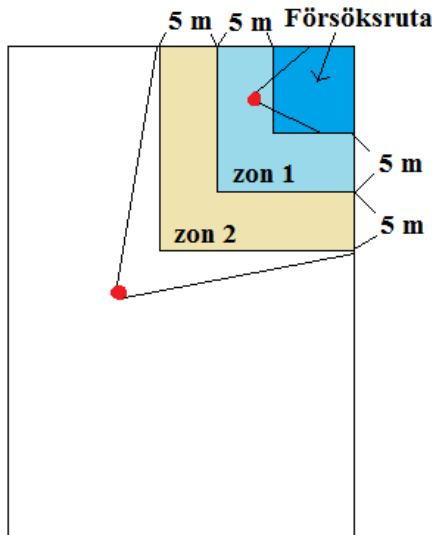
En visuell bedömning av försöksrutorna gjordes genom en systematisk fotografering av ytorna. Foton togs från samma plats och vinkel vid varje mättillfälle (Figur 1). Detta för att få likartade och enhetliga foton som lätt gick att jämföra mellan de olika mätningarna. Ett snöre som var fastspänt mellan två pinnar placerades ut ca 10-15 cm över det anlagda materialet och ett annat snöre lades på materialets yta för att avläsningen av trampskadorna på bilderna skulle bli lättare. Det gjordes även en skriftlig bedömning för varje enskild försöksruta av hur den såg ut vid varje mättillfälle. Det dokumenterades om jord eller gödsel hade kommit på eller i materialet eller om materialet på olika sätt hade förändrats eller blivit förstört.

Vid bedömningen av kontrollrutorna angavs även om det fanns vegetation på ytan. Detta gjordes genom att försöksrutan mättes upp och markerades ut. Därefter skedde en uppskattning av hur stor andel av försöksrutan som bestod av vegetation. Detta angavs sedan i procent för varje försöksruta och mättillfälle.

Vegetationsbedömning

Det gjordes en visuell bedömning av växtligheten utanför försöksrutan med det anlagda materialet. Området utanför materialet delades in i två zoner, zon 1 och zon 2 (Figur 1). Zon 1 sträckte sig 5 m från kanten av försöksrutan. Zon 2 sträckte sig 5 m från zon 1. Samtliga zoner i alla nio försöksrutor var lika stora. Den visuella bedömningen av växtligheten dokumenterades

med hjälp av fotografier som togs på samma plats och i samma riktning varje måttillfälle (Figur 1). Det gjordes även en uppskattning av vegetationstäckningen i procent i de olika zonerna. Det gjordes genom att de båda zonerna mättes upp och markerades ut med hjälp av vita plaststolpar. Andelen vegetation inom det markerade området kunde därefter lätt uppskattas. Därefter gjordes en skriftlig uppskattning av vegetationstäckningen som angavs i procent. En bedömning av vad växtligheten i zonerna bestod av gjordes, om det var grässvål (vallväxter) eller om det var ogräs som eventuellt etablerat sig efter trampsador.



Figur 1: Visar hur zon 1, 2 och försöksrutan var belägna i betesfållan samt från vilken vinkel foton togs (prick är markering för placering vid fototagning samt linjer för fotovinkel).

Passager

Antalet djur som passerade försöksrutorna registrerades för att kunna göra en jämförelse mellan frekvensen av trampsadorerna och antalet passager i fållöppningen. Block 1 betades av ca 50 kor från en avdelning med mjölkrobot (VMS). Denna grupp med kor kallas VMS gruppen och dessa kor kan mjölkas när de har mjölkningstillstånd, alltså kontinuerligt över dygnet. Vanligtvis mjölkas de ca 2,5 gånger per dygn och de har möjlighet att röra sig från stallet ut till betesmarken när de inte hade mjölkningstillstånd. De som inte gick hem frivilligt inom en viss tid efter senaste mjölkning hämtades tillbaka till stallet av personal. Block 2 och 3 betades av ca 150 kor som mjölkades i en mjölkrobotkarusell (AMR). Denna grupp med kor kallas AMR gruppen och dessa kor mjölkas två gånger dagligen på bestämda tider. Antalet passager registrerades genom att stallpersonalen på Lövsta dagligen fyllde i ett protokoll som angav antalet djur som gått ut på bete under dagen och/eller natten. Detta antal multiplicerades med två för att få rätt antal passager genom försöksrutan om djuren betade bara halva dygnet och med 4 om djuren var ute på bete både dag och natt. Varje vecka skedde även en avstämning med personalen på Lövsta om någon av fållorna hade använts till sinkor eller ungdjur, vilket registrerades och räknades med i antalet passager. Det uppskattades att dessa djur passerade försöksrutan en gång dagligen då de vandrade runt i betesfållan. Dock passerade dessa djur endast grindhålet vid insättning i fållan och vid förflyttning ifrån betesfållan. Enligt Turner *et al.* (2000) rör sig nötkreatur främst i mitten av betesfållan vid vila och då korna betar rör de sig mer i hela fållan (dock något mer i mitten). Det är därför troligt att varje ko passerar över försöksrutan minst en gång dagligen.

Betesperioden startade 30 april för korna i AMR och 7 maj för korna i VMS och slutade den 22 september för AMR korna och den 24 september för VMS korna. Detta fältförsök genomfördes under de betesrutiner som redan användes rutinmässigt på Lövsta. Korna betade fållorna genom betesrotation vilket betyder att korna betar en fålla och byter sedan till en annan. Detta var viktigt att ta hänsyn till i tolkningen av resultatet eftersom det kan regna i en vecka då korna betar en viss fålla och sedan kan det vara uppehållsväder när korna betat en annan fålla. Dessa fållor kan sedan ha samma antal passager, dock kan trampskadorna vara värre i fållan som korna betade då det var stor mängd nederbörd. Betesrotation gör att vegetationen har möjlighet att återhämta sig mellan betningarna (Hoveland *et al.*, 1997).

Fotografering med obemannat flygplan

För att registrera trampskador runt alla försöksrutor togs flygbilder med obemannat flygplan, kallat UAS. Dessa flygbilder togs en gång före betessäsong och en gång efter betessäsong. Genom flygbilderna kunde det utläsas exakt hur stor andel som var vegetation respektive barmark i zon 1 och zon 2. Verktöget ”Iso Cluster Unsupervised Classification” i programmet ArcGIS 10.2 användes för att göra en klassificering av andelen vegetation och barmark. Detta verktyg kombinerar iso cluster-algoritmen med ”Maximum Likelihood Classification”-algoritmen. Algoritmen räknar fram sannolikheten för vilken klass varje pixel i bilden hör och det antas även att pixlarna i klasserna är normalt distribuerade i bilden. Viktigt att ta hänsyn till var att barkrester kan ses som ytor utan vegetation trots att det är vegetation under barkresterna. Flygbilder togs på två zoner, zon 1 och zon 2. Dessa flygbilder togs inte exakt samma dag som mättillfälle 1 och mättillfälle 6, men inom 4 dagar vid mättillfälle 1 och inom 13 dagar vid mättillfälle 2. Men det gjordes ändå en jämförelse mellan resultaten av den uppskattade andelen vegetation och den uträknade andelen vegetation genom flygbilderna. Detta kunde sedan styrka om de manuellt uppskattade procentandelarna av vegetationen vid de övriga mättillfällena var relevanta.

Väderstation

En väderstation var utplacerad i nära anslutning till försöksfållorna för att registrera mängden nederbörd. Stationen registrerade även flera andra parametrar som exempelvis lufttemperatur, vindhastighet och vindriktning. Väderstationen placerades nära betesfållorna för att andelen nederbörd samt övriga parametrar skulle bli så representativ som möjligt. Mängden nederbörd användes för att tolka resultaten. Detta eftersom hög andel nederbörd ökar risken för trampskador (Warren *et al.*, 1986; Lindgren och Lindhal, 2007).

Utvärdering av gropindex som mätmetod

Tidigare erfarenheter från betessäsongen 2013 tydde på att gropindex som metod kanske inte var lämplig att använda på armeringsmatta och bark. Detta eftersom materialen är olika i strukturen och att antalet gropar samt gropdjup i de olika materialen tydligt skiljer sig åt. Därför gjordes denna betessäsong 2014 en utvärdering av gropindex som metod. Utvärderingen av gropindex som mätmetod var från projektets start inte planerat men eftersom det sågs att mättillfälle 5 och 6 utfördes nära inpå varandra samt att antalet passager endast skilde i vissa fållor gjordes denna utvärdering.

Detta gjordes genom att mättillfälle 5 och mättillfälle 6 genomfördes med endast 15 dagars mellanrum och att antalet passager i block 1 var oförändrat. Antalet passager i block 2 och 3 skiljde endast lite i en av fållorna i respektive block. Vid dessa mättillfällen visste inte personen som utförde mätningarna att resultaten skulle användas för att testa om gropindex som metod fungerade. Efter mättillfällena jämfördes antalet gropar i de olika fållorna från de olika mättillfällena och resultaten kunde användas för att bedöma hur upprepningsbara värden som erhöles vid de två mättillfällena som ett mått på hur väl metoden fungerade.

Statistisk analys

Det genomfördes en statistisk bearbetning av resultatet i dataprogrammet Statistical Analysis System (SAS, 2008) där proceduren PROC MIXED användes. Den statistiska analysen gjordes för att undersöka om behandlingarna påverkade gropindexet samt om det fanns andra parametrar som påverkade detta index och om det fanns några samband mellan de olika mättillfällena och de olika parametrarna. I de statistiska uträkningar som gjordes utgjorde gropindex responsvariabel (Y) och förklaringsvariabler (X) användes behandling och mätomgång samt samspelet emellan dem. Fålla utgjorde "repeated subject" eftersom mätningar gjordes i samma fålla vid alla mättillfällen. Kovariansstrukturen var type=ar(1) vilket innebär att den är "first order autoregressive".

Ytterligare ett antal variabler testades i modellen men uteslöts då de ej var signifikanta. Variabler som uteslöts var antalet gropar vid säsongens början, antalet passager sedan säsongens början, antalet passager sedan förra mätningen, block och hur stor mängd (mm) regn sedan föregående mätning samt samspel mellan behandling och ovanstående variabler testades men de uteslöts då de ej var signifikanta. De olika signifikansnivåerna som användes i resultatet var: $p > 0,05 = \text{NS}$; $p \leq 0,05 = *$; $p \leq 0,01 = **$; $p \leq 0,001 = ***$

Resultat

Väderdokumentation

Mängden nederbörd och medeltemperaturen per dygn under betessäsong 2014 har varit liknande den genomsnittliga nederbördsmängden över senaste trettioårsperiod (tabell 2). Juli månad hade en lägre nederbörd än normalt och medeltemperatur per dygn var högre än normalt. Juli hade en nederbördsmängd på 47, 9 mm mot i genomsnitt 65 mm och en medeltemperatur på 19, 6 °C istället för 17, 7 °C. I gengäld kom det lite mer regn än normalt under påföljande månad, augusti 2014.

Tabell 2: Nederbördsmängd och medeltemperatur per månad under betessäsongen

Tidsperiod	Nederbörd 2014 (mm)	Genomsnittlig nederbörd år 1981-2010 (mm) ¹	Medeltemperatur per dygn (°C)	Medeltemperatur per dygn i genomsnitt år 1981-2010 (°C) ¹
1 maj-31 maj	28, 8	38, 7	10, 0	10, 8
1 jun-30 jun	67, 7	61, 0	12, 9	14, 7
1 jul-31 jul	47, 9	65, 0	19, 6	17, 7
1 aug-13 aug	118, 0	73, 6	16, 2	16, 2
1 sep-30 sep	50, 2	52, 4	11, 4	11, 4

Gropindex

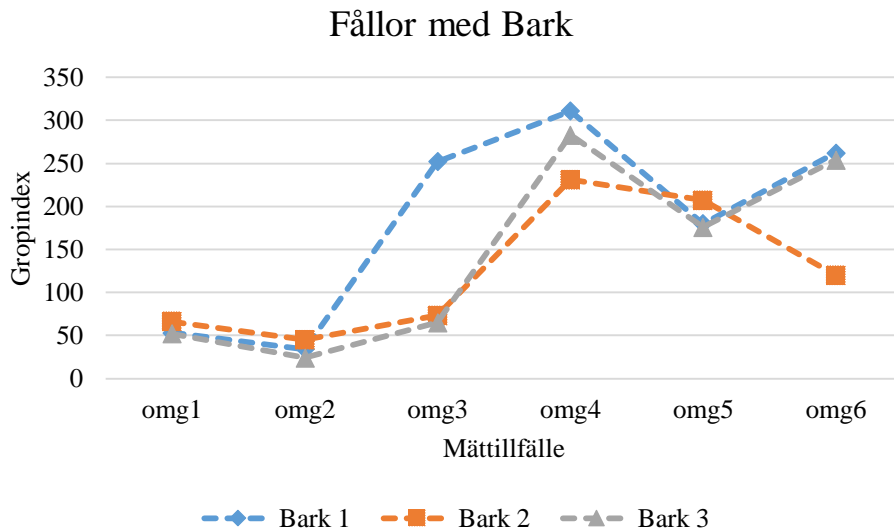
Tabell 3 visar att det fanns tydliga signifikanta skillnader ($p \leq 0,001$) mellan bark och armeringsmatta samt mellan bark och kontroll från mättillfälle 3 till slutmätning. Det fanns ingen signifikant skillnad ($p > 0,05$) mellan armeringsmatta och kontroll vid något av mättillfällena. Det fanns i vissa fall signifikanta skillnader (från $p \leq 0,05$) mellan olika mättillfällen inom samma behandling där bark anlagts, förutom mellan mättillfälle 3 och 5 och mättillfälle 5 och 6 som ej var signifikanta ($p > 0,05$). Det fanns ingen signifikant skillnad ($p > 0,05$) mellan olika mättillfällen inom samma behandling där armeringsmatta eller kontroll anlagts.

Tabell 3: Minstakvadratmedelvärden av gropindex för bark, armeringsmatta och kontroll vid de olika mättillfällena samt vilka material som skiljer sig signifikant.

Mättillfälle	2	3	4	5	6
Bark	34 ^a	130 ^a	275 ^a	188 ^a	212 ^a
Armeringsmatta	11 ^a	4 ^b	2 ^b	1 ^b	1 ^b
Kontroll	15 ^a	3 ^b	6 ^b	0 ^b	2 ^b

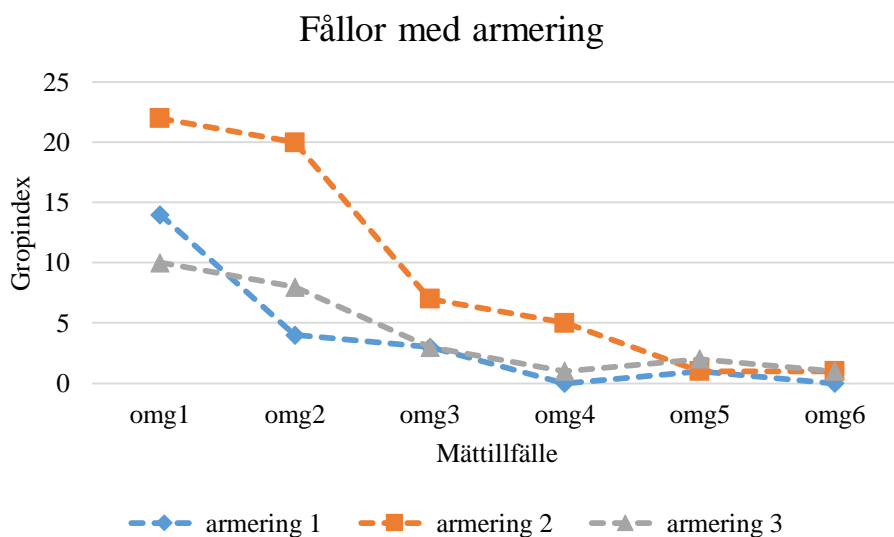
^{a, b}: Visar signifikanta skillnader mellan behandling inom kolumnen, olika bokstäver=signifikant skillnad ($p \leq 0,001$).

För att se om det fanns någon uppbyggnad av antal gropar över säsongen analyserades antalet gropar vid olika mättillfällen. Figur 2 visar gropindexet vid varje mättillfälle i de olika fällorna med bark som markstabilisering. Bark 1 är fälla 22 B, bark 2 är fälla 12 och bark 3 är fälla 15. Samtliga linjer i diagrammet följer samma mönster förutom ”bark 2” vid mättillfälle 6 där denna linje avviker nedåt medan de andra går uppåt. Observera att skalan på Y axeln är större i figur 2 än i figur 3 och 4.



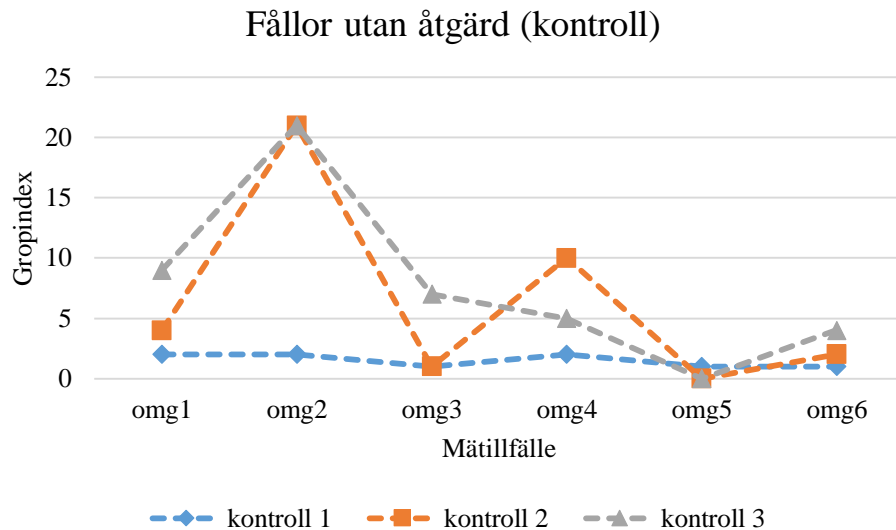
Figur 2: Gropindex vid de olika mätillfällena i fållor med bark som markstabilisering.

Figur 3 visar gropindexet vid varje mätillfälle för armeringsmatta. Armering 1 i diagrammet är fålla 22 A, armering 2 är fålla 13 och armering 3 är fålla 14. Diagrammet visar att samtliga fållor med armeringsmatta följer samma mönster och att antalet gropar har minskat något under betessäsongen.



Figur 3: Gropindex vid de olika mätillfällena i fållor med armeringsmatta som markstabilisering.

Figur 4 visar gropindex i de fållor där ingen markstabilisering gjorts, kontrollfållor. Kontroll 1 beskriver gropindexet i fålla 22 C, kontroll 2 är fålla 16 och kontroll 3 är fålla 25. Diagrammets linjer följer inte samma mönster. Kontroll 1 har inte förändrats under betessäsongen utan denna linje är nästintill rak. Kontroll 2 och 3 följer samma mönster, dock skiljer sig linjerna vid mätning 4, kontroll 2 ökar i gropindex och kontroll 3 minskar.



Figur 4: Gropindex vid de olika mätillfällena i fållor utan markstabiliserande åtgärd.

Passager

Antalet passager i de olika fållorna registrerades och vid slutmätningen och vid betessäsongens slut var antalet passager enligt tabell 4. Det eftersträvades att antalet passager inom de olika blockens fållor skulle vara ungefär lika många. I block 1 har fålla 22 C något mer passager än de resterande två fållorna. Block 2 har ett relativt jämnt antal passager. I block 3 är skillnaden mellan antalet passager mellan samtliga fållor större än i de resterande blocken. Enligt den statistiska analysen visades att antalet passager i de olika fållorna mellan de olika mätillfällena inte hade en signifikant inverkan på gropindexet ($p > 0,05$).

Tabell 4: Antalet passager i de olika fållorna inom varje block

Block 1			
	Armering	Bark	Kontroll
Fålla	22 A	22 B	22 C
Passager	2261	2314	3392

Block 2			
	Bark	Armering	Kontroll
Fålla	12	13	25
Passager	4915	5103	4775

Block 3			
	Armering	Bark	Kontroll
Fålla	14	15	16
Passager	4912	4099	3365

Vegetationsbedömning

Enligt den manuella vegetationsbedömningen var det ingen stor skillnad i vegetation i de olika zonerna under betessäsongen. Därför redovisas endast vegetationen vid startmätning och

slutmätning i de olika zonerna (tabell 5). Tabellen visar även andelen vegetation i kontrollrutornas försöksrutor och hur mycket bark som dragits ut från barkrutorna i zon 1. Vegetationen i zon 1 har i de flesta fällor minskat något under betessäsongen. Den har dock ökat i armering 3, bark 2 och kontroll 2 samt är oförändrad i kontroll 3. Vegetationen i zon 2 ökade från startmätning till slutmätning i bark 1, 2 och kontroll 2. Vegetationen var oförändrad i kontroll 1 och 3.

Vegetationen i kontrollrutornas försöksrutor minskade under betessäsongen i kontroll 1 och 3. Vegetationen ökade i kontroll 2. I kontrollerna har vegetationen i zonerna bättre hållbarhet än i fällor mer armeringsmatta och bark. Andelen bark som dragits ut i zon 1 ökade från startmätning till slutmätning i samtliga fällor med bark som markstabilisering.

Tabell 5: Andelen vegetation i zon 1 och zon 2 i de olika fällorna, andelen vegetation i kontrollrutornas försöksrutor och andelen bark som dragits ut i zon 1 i barkfällorna

Behandling (fälla)	Vegetation zon 1 (%), start- och slutvärde	Vegetation zon 2 (%), start- och slutvärde	Vegetation i kontrollernas försöksrutor (%), start- och slutvärde	Andel bark som dragits ut i zon 1 (%), start- och slutvärde
Bark 1 (22 B)	90 / 50	95 / 97		0 / 40
Bark 2 (12)	1 / 3	12 / 40		0 / 100
Bark 3 (15)	60 / 40	95 / 90		20 / 70
Armering 1 (22 A)	97 / 70	100 / 95		
Armering 2 (13)	50 / 10	95 / 80		
Armering 3 (14)	50 / 65	100 / 90		
Kontroll 1 (22 C)	100 / 97	100 / 100	100 / 80	
Kontroll 2 (16)	50 / 90	95 / 100	20 / 70	
Kontroll 3 (25)	50 / 50	90 / 90	10 / 0	

Bedömning av vegetationtäckningen innan betessäsong och efter betessäsong genom flygbilder kan ses i tabell 6. De ursprungliga flygfotografierna som vegetationsbedömningen är baserad på återfinns i bilaga 1 och 2. Andelen vegetation har inte förändrats mycket under betessäsongen. I vissa fällor har vegetationen minskat och i andra har den ökat.

Tabell 6: Andelen vegetation i zon 1 och 2 i de olika fällorna samt andelen vegetation i kontrollrutornas försöksrutor vid vegetationsbedömning med flygbilder

Behandling (fälla)	Vegetation zon 1 (%), start- och slutvärde	Vegetation zon 2 (%), start- och slutvärde	Vegetation i kontrollernas försöksrutor (%), start- och slutvärde
Bark 1 (22 B)	89 / 68	72 / 74	
Bark 2 (12)	0 / 13	8,8 / 37	
Bark 3 (15)	49 / 29	56 / 71	
Armering 1 (22 A)	79 / 79	87 / 80	
Armering 2 (13)	38 / 74	73 / 79	
Armering 3 (14)	38 / 75	69 / 76	
Kontroll 1 (22 C)	64 / 77	69 / 80	62 / 79
Kontroll 2 (16)	57 / 71	84 / 76	41 / 0
Kontroll 3 (25)	69 / 74	89 / 75	42 / 38

Det finns vissa skillnader mellan den visuella bedömningen och vegetationsbedömningen genom flygbilderna (tabell 5 och 6). För att få en uppfattning av hur stor skillnaden är mellan det visuella värdet och värdet med flygbilder redovisas fållor där procentandelen skiljer med mer än 20 %: Bark 3 zon 2 (startvärde), Armering 2 zon 1 (slutvärde), Armering 3 zon 2 (startvärde), Kontroll 1 zon 1 och 2 (startvärde), Kontroll 3 zon 1 (slutvärde), Kontroll 2 zon 2 (slutvärde), Kontroll 1 i kontrollernas försöksrutor (startvärde), Kontroll 2 i kontrollernas försöksrutor (slutvärde), Kontroll 3 i kontrollernas försöksrutor (startvärde).

Visuell bedömning

Bark som markstabiliserande material

Enligt den visuella bedömningen fungerar inte bark tillfredställande som markstabiliserande material. Om barkytan från startmätningen och slutmätningen jämförs kunde det ses att i samtliga fållor vid startmätningen visades inte några tecken på trampsador. Det var dock inte heller väntat då ny bark anlagts ovanpå den gamla. Det observerades ojämnheter vid startmätningen i samtliga fållor som antagligen uppkommit i samband med anläggningen av materialet. Vid slutmätningen däremot fanns tydliga trampsador i samtliga fållor med bark. Det observerades även att samtliga fållor med bark hade större trampsador på det markstabiliserande materialet än på den närliggande markytan runt materialet (Bild 1).



Bild 1: Barkytan (fålla 22 B) och den omkringliggande obehandlade marken.

Fålla 22 B försämrades under hela betessäsongen och fick en ökning av trampsador (Bild 2). Vid mätning 2 hade barkytan blivit mer kompakt och barken hade blandats med lera. Det var dock torr mark vid mättillfället vilket gjorde att ytan var relativt jämn. Vid mättillfälle 3 observerades hela ytan ha trampsador och vara ojäm. Barken hade även blandats med större andel jord. Vid mätning 4 hade barkytan djupa trampsador som uppmättes till 40-50 cm vid grindhålet. Barken var även vid detta mättillfälle uppblandad med större andel jord. Vid mätning 5 och 6 visade barken återigen på stora trampsador och det uppmättes trampsador som var över 30 cm djupa vid grindhålet. Vid mätningen observerades att det var svårt att endast gå på materialet, en persons vikt gjorde att stöveln sjönk ned med stor del av stövelskaftet (Bild 3).



Bild 2: Fålla 22 B vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.



Bild 3: Hur djupt stöveln sjönk genom att endast gå över materialet.

Fålla 12 har under samtliga mätningar försämrats från varje måttillfälle (Bild 4). Vid andra måttillfället hade barken blandats med jord. Det var dock torr mark när mätning 2 utfördes vilket resulterade i att antalet ojämnheter var få eftersom korna hade jämnat ut materialet vid torkningen. Vid mätning 3 var det fuktigare mark och barken hade blandats mer med jord och materialet hade sjunkit ihop. Vid mätning 4 var hela barkytan upptrampad och barken hade blandats mer med jorden. Flera tramp var väldigt djupa och det stod även vatten i vissa. Vid mätning 5 och 6 var barkytan likartade. Hela ytan var upptrampad och det uppmättes trampsador som var över 20 cm djupa. Det observerades även vid måttillfälle 5 att korna gjort en stig som gick utmed grindhålet för att slippa gå i barken (Bild 5). Denna stig fanns även kvar vid måttillfälle 6.



Bild 4: Fålla 12 vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.



Bild 5: Stig som korna gjort för att undvika att gå i barken.

Barken i fålla 15 har tydligt blivit mer påverkad av tramp under betessäsongens gång (Bild 6). Vid andra måttillfället hade barken i fållan sjunkit ihop och det tycktes som att barken inte skulle hålla hela betessäsongen, dock var barkytan jämn utan djupa trampsador. Vid det tredje måttillfället var barken fuktig och hade sjunkit ännu djupare ner i marken. Vid det fjärde måttillfället hade barkytan tydliga trampsador och var ojämn. Barken hade även blandats med jord. Vid femte mätningen uppvisade barkytan tydliga trampsador och det uppmättes trampsador på över 20 cm djupa. Lite av den underliggande geotextildukens kant hade

trampats upp i grindhålet (Bild 7). Vid slutmätningen var hela barkytan upptrampad och barken var uppblandad med jord och gödsel. Det uppmättes trampskador på över 15 cm.



Bild 6: Fålla 15 vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.



Bild 7: Visar hur geotextilen blivit upptrampad i grindhålet.

Armeringsmatta som markstabiliserande material

Armeringsmattan var vid startmätningen mer ojämn än vid slutmätningen i samtliga fållor (Bild 8, 9, 10). Armeringsmatta som markstabiliserande material tycks fungera tillfredställande och det uppkom inga trampskador under betessäsongens gång. Vid startmätningen observerades ett tunt lager eller endast fläckar av jord som låg ovanpå mattan. Detta lager blev under betessäsongens gång tjockare och innehöll både jord och gödsel. Vid slutmätningen hade ett hörn av mattan trampats upp i två av fållorna, fålla 13 och 14 (Bild 11). Det observerades även vid slutmätningen att den underliggande geotextilen vid grindhålet trampats upp i fålla 13 (Bild 12).



Bild 8: Fålla 22 A vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.



Bild 9: Fålla 13 vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.



Bild 10: Fålla 14 vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.



Bild 11: Visar hörnet i fålla 14 som blivit upptrampat.



Bild 12: Visar fålla 13 där geotextilen trampats upp vid grindhålet.

Kontrollfällor där ingen markstabilisering gjorts

Grindhålen utan markstabiliserande åtgärd visade få tecken på trampskador (Bild 13, 14, 15). Vid samtliga mättillfällen var kontrollrutornas ytor jämna.

Fålla 22 C hade vid startmätningen återhämtats från föregående betessäsong genom att hela försöksrutan var jämn och helt i vegetation (Bild 13). Resterande mätningar i fålla 22 C visade att försöksrutan hade god vegetation och att det endast fanns en upptrampad jämn stig utan vegetation. Det observerades inga tecken på trampskador.



Bild 13: Fålla 22 C vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.

Fålla 25 uppvisade inga stora ojämnheter vid något av mättillfällena. Försöksytan förändrades endast lite mellan startmätning och slutmätning (Bild 14). Vid slutmätningen observerades trampmärken på hela försöksytan. Dock var dessa trampmärken grunda och orsakade inte någon direkt ojämnheter.



Bild 14: Fålla 25 vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.

Fålla 16 var vid startmätningen jämn och växtligheten på försöksytan var främst ogräs och inte insådda vallväxter. Vid resterande mätningar var försöksytan jämn. Växtligheten på försöksytan ökade från startmätningen till slutmätningen och bestod av mer insådda vallväxter (Bild 15).



Bild 15: Fålla 16 vid startmätning innan betessäsong samt vid slutmätning efter betessäsong.

Utvärdering av gropindex som mätmetod

Enligt utvärderingen av gropindex som mätmetod kan konstateras att det fanns vissa skillnader mellan mättillfälle 5 och 6 vad gäller gropindex trots att antalet passager var oförändrat. Den största skillnaden sågs i försöksrutor där bark var anlagt. I försöksrutor med armering och kontroll fanns endast en knapp förändring mellan mättillfälle 5 och 6. Gropindexet förändrades i försöksrutor med bark (tabell 7) i samtliga fållor från mättillfälle 5 till 6. Antalet passager förändrades endast i fålla 15 mellan mättillfälle 5 och 6.

Tabell 7: Förändring i gropindex och passager mellan mättillfälle 5 och 6 i försöksrutor med bark

Fälla (Bark)	Mättillfälle 5	Mättillfälle 6	Antal passager mättillfälle 5	Antal passager mättillfälle 6
12	207	120	4915	4915
15	176	254	3919	4099
22 B	180	262	2314	2314

Diskussion

En faktor som kan ha påverkat fältförsöket var att de olika fällorna betades genom betesrotation. Det betyder att korna kan ha betat en fälla under regn och en annan vid uppehåll. Detta kan resultera i att en fälla blir mer påverkad av trampskador än en annan eftersom regn är kopplat till större mängd trampskador (Warren *et al.*, 1986; Lindgren och Lindhal, 2007). Vegetationen i fällan har möjlighet att återhämta sig då fällan vilar mellan betesomgångarna (Hoveland *et al.*, 1997). Detta kan vara en förklaring till att betesfällorna utan markstabiliserande åtgärd har klarat tramp bra i detta fältförsök. Det behöver inte alltid vara bra att inte göra någon markstabiliserande åtgärd.

Eftersom mjölkkor ska ha tillgång till bete sommartid (Jordbruksverket, 2014) är det viktigt att hitta ett lämpligt markstabiliserande material som gör att korna kan gå på bete utan att risken för klövproblem och sjukdomar ökar (Bergsten, 2011; Thomsen *et al.*, 2007; Lindgren och Benfalk, 2004). Eftersom bark inte har visats fungera som markstabilisering i detta fältförsök bör det funderas på om det finns några andra typer av markstabiliserande material som skulle kunna passa förutom armeringsmatta, som enligt detta fältförsök fungerade som markstabilisering. Enligt Lindgren och Benfalk (2003) finns flera markstabiliserande material att välja bland och det tycks som om naturgrus är ett bra markstabiliserande material både för kon, miljön och lantbrukarens behov. Naturgrus kan kombineras med olika typer av underliggande material som exempelvis tegelkross. Andra markstabiliserande material som verkar fungera bra är olika syntetiska material motsvarande armeringsmattan som användes i detta fältförsök. Denna typ av markstabiliserande material har inte utvärderats efter många års användning och hållbarheten är därför oklar (Lindgren och Lindhal, 2007). Det tycks dock som om armeringsmattan har god hållbarhet med endast lite underhåll enligt detta fältförsök. Detta är en god nyhet eftersom armeringsmattan är dyrare att anlägga och måste därför ha låg underhållskostnad jämfört med bark (Nilsson, 2013).

Gropindex

Antalet passager i de olika fällorna inom blocken skiljde i vissa fall. Dock påverkade inte denna skillnad resultatet eftersom antalet passager kopplades till gropindexet i fällorna och det fanns inte något statistiskt säkert samspel mellan antalet passager och gropindexet. De fällor med ett högre antal passager var inte påverkade av ett högre gropindex utan snarare tvärtom. Fällan 22 C (kontroll) hade ett högre antal passager i block 1 men denna fälla uppvisade inte stora trampskador och ej heller ett högt gropindex. I block 3 var det större skillnad mellan alla fällor, men fälla 14 (armeringsmatta), som hade högst antal passager, hade inte stor påverkan av trampskador. Detta tyder på att skillnaden som fanns i antalet passager i blocken inte påverkade den genomsnittliga skillnaden i gropindex mellan de olika behandlingarna, bark,

armeringsmatta och kontroll. Det fanns heller ingen signifikant inverkan av antalet passager på gropindexet. Detta visar att hypotesen om att antalet gropar har ett samband med antalet passager i försöksrutan inte stämde.

Enligt en av hypoteserna skulle gropindex ge mer utslag på bark än armeringsmatta. Denna hypotes stämde och det berodde antagligen på att barken var mer porös i sin struktur än armeringsmatta, dock berodde trampskadorna inte bara på att materialet var mer poröst utan även på att det enligt den visuella bedömningen blev mer djupa trampskador som inte enbart påverkats av att materialet var poröst. Detta kan styrkas av att det uppvisades ett stort antal väldigt djupa tramp i försöksrutorna med bark som inte endast orsakades av materialets struktur. Det sågs även att barken blandats med jord och gödsel och att det även för en människa var svårt att gå över materialet utan att fastna. Dessa stora förändringar skedde vid mättillfälle 3 och 4.

Enligt diagrammen på gropindexet i fållor med bark som markstabilisering (figur 2) avvek bark 2 (fålla 12) från de övriga fållorna vid mättillfälle 5 och 6, vilket inte var väntat. Det beror antagligen inte på antalet passager eftersom antalet passager i fålla 12 var oförändrat från mättillfälle 5 till mättillfälle 6. Minskningen i bark 2 kan därför bero på att det inte gått några djur i fållan vilket kan resultera i att regn och att marken fått vila från tramp gjort ytan jämnare och mindre gropig. Skillnaden mellan bark 2 och bark 3 (fålla 15) som har ökat gropindex skulle kunna förklaras med ett ökat antal passager från mättillfälle 5 till mättillfälle 6 i bark 3. Det kan även bero på att det slumpas ut vart i försöksrutan groparna ska mätas och gropindexet kan därför variera beroende på vart mätningarna görs, vid mätning 6 var det fler rutor att mäta i vid grindhålet vilket kan förklara ökningen i gropindex.

Enligt diagrammet för gropindex på armeringsmattan (figur 3) visar detta att armeringsmattan var mer ojämn vid startmätning och jämnades sedan ut mer för varje mättillfälle under betesperiodens gång. Detta kan antagligen bero på att armeringsmattan efter vinterns tjäle och tjällossning var ojämn. Denna ojämnheter rätades sedan ut mer och mer för det ökade antalet kor som passerade mattan. Eftersom jorden ibland var fuktig och kunde formas kunde även mattan slätas ut och bli jämnare. Sedan torkade jorden med jämna mellanrum och det gjorde att mattan stabiliserades och blev jämn. Armeringsmattan fördelade antagligen klövtrycket över en större yta vilket leder till lägre punktbelastning, jämfört med bark och kontrollerna.

I diagrammet med kontrollrutornas gropindex (figur 4) kunde utläsas en skillnad mellan kontroll 2 (fålla 16) och 3 (fålla 25) vid mättillfälle 4. Kontroll 2 ökade i gropindex och det kan förklaras genom att antalet passager ökade från 2492 till 3365 mellan mätning 3 och 4. Antalet passager i kontroll 3 var oförändrat vilket kan vara en förklaring till att gropindex minskat genom att väder och regn gjort att kontrollytan hade jämnat ut sig. Att gropindexet i kontroll 1 (22 C) var nästintill oförändrat hela betessäsongen är svårt att förklara. Fållan har betats under regn och antalet passager skiljer inte i antal från kontroll 2 (fålla 16). Att kontrollernas försöksrutor klarade tramp bra kan bero på att betesrotation användes och att vegetationen hade tid att återhämta sig (Hoveland *et al.*, 1997).

Visuell bedömning och vegetationsbedömning

Den visuella bedömningen av de markstabiliserande materialen visade inte att materialen blev mer slitna för varje mättillfälle som det förutspåts i hypoteserna utan detta varierade mellan olika fållor. Armeringsmattan visade tecken på förbättring då denna slätades ut under

betessäsongen och antalet ojämnheter minskades mellan mättillfällena. Barken blev mer påverkad och försämrades under betessäsongens gång. När den omkringliggande marken studerades visades att barkytan var mer påverkad av tramp än marken runt försöksrutan. Detta är ett tydligt tecken på att den kvalitet av bark som användes i detta försök som markstabiliserande material inte är lämpligt på den jordart och de förhållanden som råder på försöksområdet där jordarten är lera eller gyttejlera. Enligt studien av Lindgren och Benfalk (2003) håller bark med endast markväv en betessäsong och om barken istället har ett dränerande bärlager håller den längre. Det skulle därför kunna vara en lösning att förstärka barkytorna med ett bärlager och studera hur hållbar barken är då. Den visuella bedömningen tyder på att barken kommer att behöva förnyas till nästkommande betessäsong och armeringsmattan behöver endast göras ren från jord och gödsel. Eventuellt kan kanterna som kommit upp ur jorden och geotextilen grävas ner något. Alltså stämde till viss del hypotesen om att armeringsmattan inte behöver underhåll till betessäsong 2015.

Enligt vegetationsbedömningen minskade inte vegetationens täckningsgrad på det sätt som förutspåts. Vegetationen var mer oförändrad och det skedde i vissa fall en ökad täckning i vegetation. Vegetationen efter trampskadorna bestod heller inte av ogräs vilket var väntat. Detta resulterade även i att det inte heller var mer ogräs i zon 1 än i zon 2 vilket antogs i hypoteserna. Flygfotografierna och bildanalys av vegetationens täckningsgrad verkar inte riktigt ha samband med den visuella bedömningen av vegetationstäckning. Det fanns flera fallor där andelen vegetation skilde sig rejält. En förklaring till detta kan vara att den visuella bedömningen (slutmätning) gjordes 12 dagar före flygfotografierna togs. Det fanns en grupp kvigor som skulle vara ute lite längre än mjölkorna och dessa kan ha betat vissa av fällorna och orsakat mer tramp vilket kan ha gett en skillnad i andel vegetation i zon 1 och zon 2. Dock förklarar inte detta att även startmätningen i vissa fall skilde. Enligt en av hypoteserna skulle andelen barmark ha ett samband med antalet djur som passerat grindhålet och detta verkar inte riktigt styrkas av detta fältförsök. Vegetationens täckningsgrad i de olika fällorna varierade men det syns inget samband mellan antalet passager i de olika fällorna. Andelen vegetation i zon 1 var något lägre eller samma som i zon 2 vilket förutspåts i hypoteserna. Detta tyder på att marken närmare försöksrutan (zon 1) utsattes för mer tramp än zon 2 vilket borde vara troligt.

Gropindex som mätmetod

Enligt resultatet fanns skillnader mellan gropindexen mellan mättillfälle 5 och 6 trots att antalet passager var oförändrat (tabell 7). Detta kan bero på olika faktorer. Det sågs främst skillnader i fallor där bark var anlagt. Detta kan förklaras med att det fanns ett stort antal trampsador i barken vilken kan ha gjort att det varierade mycket mellan mätningar då det slumpas ut var mätningen ska ske. Bark har även en annan struktur än armeringsmatta, bark är mer poröst och det uppkommer tydligare ojämnheter som ger utslag på gropindexet. Armeringsmattan är väldigt stabil i strukturen och det uppkommer inga trampsador på samma sätt som i bark. I armeringsmattan uppkommer istället ojämnheter i form av ”vågor” som ofta sträcker sig över en större yta. Dessa vågor ger inte stort utslag på gropindex eftersom gropindex mäts med en ruta som endast är 50*50 cm och denna ruta sträcker sig inte över tillräckligt stort område. Gropindex som mätmetod kan därför ha brister att använda i ett fältförsök som jämför armeringsmatta och bark.

För att få ett säkrare resultat och ett trovärdigare värde på trampsador skulle en annan mätmetod kunna vara aktuellt. Ett förslag skulle kunna vara att med hjälp av en bedömningsskala som är utarbetad för respektive material bedöma hur trampskadad

försöksytan är och även mängden trampskador i zonerna. Denna skala skulle kunna bestå av en poängsättning från 1 till 10, där 1 är minimalt med trampskador och 10 är extremt mycket trampskador. Försöksrutans skulle kunna delas in i minst tre olika delar och sedan skulle det göras en poängsättning för respektive del och sedan kan det räknas ut ett medelvärde för hela försöksrutans grad av trampskador. Denna metod skulle göra det möjligt att bedöma olika materials trampskador i samma typ av skala och det skulle sedan enkelt gå att jämföra dessa. Det är dock viktigt att varje materials egenskaper och struktur tas till hänsyn vid utarbetning av bedömningsskalan. För exempelvis armeringsmatta skulle antalet vågor i mattan och skador på mattan som att geotextid eller hörn trampats upp vara med. För bark skulle trampskadornas djup vara med och om den underliggande geotextilduken trampats upp. Det skulle kunna vara aktuellt att ta fram fotografier som underlag för bedömningen och använda en serie fotografier för varje typ av material.

Bark och Armeringsmatta

Bark bör enligt Lindgren och Benfalk (2003) anläggas i ett lager som är 30-40 cm för god hållbarhet samt vara ordentligt packat i olika lager. I detta fältförsök anlades endast ett lager på 25-30 cm. Dock togs inte den gamla barkbädden bort utan den låg kvar under det nya lagret vilket kan betyda att lagret egentligen var tjockare. Men detta skulle ändå kunna vara en förklaring till att barken inte höll för tramp. En annan faktor som kan påverkat är att bark på odränerat underlag endast håller en säsong enligt Lindgren och Benfalk (2003). Studien kom även fram till att bark blandat med jord och gödsel bildar en blöt sörja vilket visades ytterligare en gång i detta fältförsök. Även faktorn att kor bildar stigar när materialet är tungt att gå i visades i detta fältförsök. Detta tyder på att barken i fältförsöket var tung att gå i och att det var därför korna gjorde en stig för att underlätta för sig.

Armeringsmattan visades av Lindgren och Lindahl (2007) fungera som markstabilisering och att den omkringliggande marken var mer påverkad av trampskador. Enligt detta fältförsök fungerade armeringsmattan inte bättre än mark där markstabilisering inte gjorts. Detta kan kanske förklaras med att korna betat med betesrotation, dock har det regnat när korna betat i kontrollfällorna vilket talar emot detta, men kontrollrutorna har ändå haft tid att återhämta sig.

Jämförelse mellan betessäsongerna 2013 och 2014

Betessäsong 2013 var en torr säsong med lite nederbörd. Betessäsong 2014 hade en mer normal mängd nederbörd, förutom i juli månad då nederbörden var under det normala. De markstabiliserande materialen utsattes för mer normala väderförhållanden under betessäsong 2014. Det visades i båda betessäsongerna att bark hade mer trampskador än armeringsmatta och även mer än där ingen markstabiliserande åtgärd gjorts (kontrollerna). Antalet passager i de olika fällorna var under betessäsong 2014 mer jämna och samtliga fällor med bark visades hålla dåligt för tramp. Under betessäsong 2013 var det endast en fälla med bark som höll sämre än de andra och det kan ha påverkats av att denna fälla utsattes för mest tramp genom ett ökat antal passager än de övriga.

Under båda betessäsongerna fungerade grindhålen där det inte gjorts någon markstabilisering (kontrollerna) bra och det uppkom få trampskador där. Detta är lite förvånande och det kan frågas vad detta kan bero på. Jordarten och markens struktur där fältförsöket var anlagt kanske inte är optimalt för att undersöka markstabiliserande material, eftersom det inte uppkommer

trampskador på mark där det inte gjorts någon åtgärd. Det bästa hade varit att kunna utöka fältförsöket och kunna göra det på flera olika gårdar med olika förutsättningar samt även på olika geografiska områden i Sverige. Detta för att undersöka hur de olika markstabiliserade materialen fungerar i ett större perspektiv. Tūnon *et al.* (2013) styrker att typen och arten av jord har betydelse på hur trampskadad betesmarken blir. Men det kan dock ifrågasättas om bark som markstabiliserande material borde bytas ut mot något annat eftersom det har fungerat sämre än armeringsmattan under två betessäsonger.

Relevans för mjölkgården

Detta fältförsök styrker att armeringsmatta som markstabiliserande material fungerar bra och rekommenderas att använda på mjölkgårdar i Sverige. Vilket även styrks av Lindgren och Lindahl (2007) som studerade hur armeringsmattan fungerade ute på olika gårdar. Armeringsmattan kan genom att den tycks vara ett bra markstabiliserande material ha stor praktisk betydelse för Sveriges mjölkbönder. Det kan underlätta lantbrukarens dagliga arbete under betessäsongen och ha stor ekonomisk betydelse eftersom trampskador kan leda till sänkta inkomster (Lindgren och Benfalk, 2004). Det kan även konstateras att bark som det är anlagt i detta fältförsök inte rekommenderas på denna typ av jordart (lera eller gyttjeler). Det kan dock tänkas att bark som är anlagt med enbart markväv under som i detta fältförsök kan vara lämpligt på ytor som inte är lika belastade med klövtramp som grindhålet till betesfållan. Barken ska enligt Lindgren och Benfalk (2003) fungera mer än en betessäsong om det anläggs ett dränerande bärlager under barken. Detta bör studeras mer samt undersöka dess hållbarhet och funktion.

Slutsats

Bark som markstabiliserande material fungerar sämre än armeringsmatta och även sämre än mark där det inte gjorts någon markstabilisering. Armeringsmatta fungerar som markstabilisering och det uppkommer få trampskador, dock fungerar det lika bra att inte göra någon markstabilisering. Armeringsmattan har enligt detta fältförsök en hållbarhet på minst två betessäsonger och en vinter.

Svar på hypoteser

- Bark som markstabiliserande material visade större trampskador eftersom gropindex som mätmetod användes jämfört med armeringsmatta.
- Antalet gropar som uppmättes med gropindexet visade inget samband med antalet djur som passerat och belastat ytan.
- Flygbilderna som visade andelen vegetation samt andelen barmark visade inte ett samband med antalet djur som passerat försöksrutan och gått i fållan. Andelen vegetation var lägre eller samma i zon 1 och zon 2.
- Enligt den visuella bedömningen blev inte de markstabiliserande materialen mer slitna för varje mättillfälle utan det varierade. Största delen av växtligheten kring de markstabiliserande materialen bestod i slutet av betessäsongen inte av ogräs utan av insådd (vallväxter). Detta resulterade i att det inte var mer ogräs i zon 1 än i zon 2.
- Armeringsmattan behöver endast lite underhåll inför betessäsong 2015.

Källförteckning

- Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Beiboer, M.L., Benedictus, G. & Brand, A. (1998). Management practices associated with low, medium and high somatic cell counts in: bulk milk. *Journal of Dairy Science*. vol. 81, ss. 1917-1927.
- Beever, D. E., Offer, N. & Gill, E. M. (2000). The feeding value of grass and grass products. In: Hopkins, A. Grass – its production & utilization. *Published for the British Grassland Society by Blackwell Science*. ss. 140-195.
- Bergsten, C. (2011). Hur påverkas klövhälsan av betestidens längd i förhållande till stallmiljön? *Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2011*. Karlstad: Konferenstryck, ss. 1-2.
- Deluyker, H.A., Gay, J.M. & Weaver, L.D. (1993). Interrelationships of somatic cell count, mastitis, and milk yield in a low somatic cell count herd. *Journal of Dairy Science*. vol. 76, ss. 3445-3452.
- Djurskyddsförordningen (1988). Stockholm. (SFS 1988:539)
- Ekman, T & Hallén Sandgren, C. (2001). Lägre celltal på sommaren – undvik sommartoppen. *Husdjur*, 4/2001 ss. 68-69.
- Hoveland, C.S., McCann, M.A. & Hill, N.S. (1997) Rotational vs. continuous stocking of beef cows and calves on mixed endophyte-free tall fescue-bermudagrass pasture. *Journal of Production Agriculture*. Vol 10, ss. 245-250.
- Jordbruksverket (2014). När dina nötkreatur är ute eller på bete.
http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/olikaslagsdjur/notkreatur/utevistelse_ochbetesgang.4.4b00b7db11efe58e66b8000308.html [2014-08-20]
- Jordbruksverket (2013). Sveriges officiella statistik statistiska meddelanden. JO 20 SM 1401.
http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%20fakta/Husdjur/JO20/JO20SM1401/JO20SM1401_kommentarer.htm [2014-08-25]
- Jordbruksverket (2012). Jönköping. (SJVFS 2012:13, Saknr L 100:3)
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Ipema, A.H., van Ouwerkerk, E.N.J., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.H.M., Noordhuizen, J.P.T.M. & Schouten, W.G.P. (1999). Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows - Milking frequency and effects on behavior. *Applied Animal Behaviour Science*. vol. 64, ss. 91–109.
- Kristensen, T., Sørengaard, K. & Kristensen, I.S. (2005). Management of grasslands in intensive dairy livestock farming. *Livestock Production Science*, vol. 96, ss. 61-73.
- Kvilning, S. (2012). *Effects of grazing and housing system on dairy cows hygiene, claw and leg health*. *Sveriges Lantbruksuniversitet*. Institutionen för Lantbrukets byggnadsteknik (Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten).

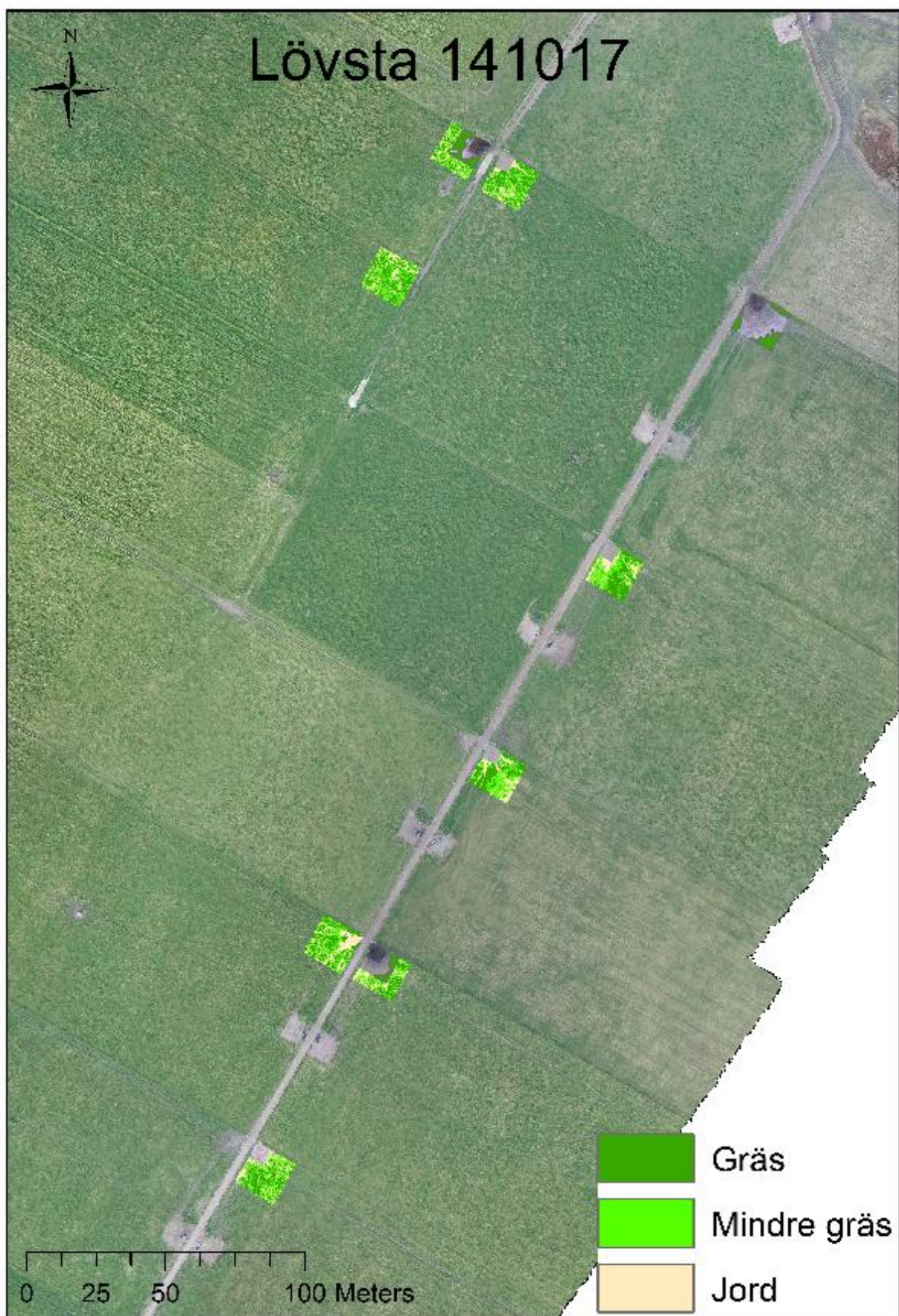
- Legrand, A.L., von Keyserlingk, M.A.G. & Weary, D.M. (2009). Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. vol. 92, ss. 3651-3658.
- Lindahl, C & Lindgren, K. (2006). Reserapport från Taurus temaresa om bark- och flisbäddar till Irland 16-19 februari 2006. JTI. Arrangör: TAURUS i samarbete med Anki Gell på AGRI-SERVICES.
- Lindgren, K. & Benfalk, C. (2003). Drivningsgator och rastning av ekologiska uppbundna kor- underlag, gödselbelastning, renhet och kemiska hjälpmedel. Uppsala: *JTI- Institutet för jordbruks- och miljöteknik* (JTI-rapport 2003:319)
- Lindgren, K. & Benfalk, C. (2004). Drivningsgator för kor – planering, material, kostnad. Uppsala: *JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik* (JTI-informerar 2004:104).
- Lindgren, K. & Lindahl, C. (2007). Stabilisering av mark för bättre djurvälstånd och miljö- kartläggning av gräsarmering. Uppsala: *JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik* (JTI-rapport Lantbruk & Industri 2007:354)
- Lucci, G.M., McDowell, R. W. & Condron, L. M. (2010). Potential phosphorus and sediment loads from sources within a dairy farm catchment. *Soil Use and Management*, vol. 26, ss. 44-52.
- Mayne, C. S., Wright, I. A. & Fisher, G. E. J., (2000). Grassland management under grazing and animal response. In: Hopkins, A. Grass – its production & utilization. *Published for the British Grassland Society by Blackwell Science*. ss. 247-291.
- Mikkelsen, M., Thøgersen, R. & Andersen, R., (2002). Køer på græs eller på stald i store besætninger. *Produktionsøkonomi Kvæg*. Århus.
- Nilsson, H. (2013). *Bark och Armeringsmatta för att förebygga trampskador på betesytor hårt belastade av mjölkkor- en utvärdering*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård (Examensarbete 2013: 465)
- Olde Riekerink, R. G. M., Barkema, H. W. & Stryhn, H. (2007). The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. vol. 90, ss. 1704-1715.
- SMHI (2013). Vintern 2012/2013 – ganska normal svensk vinter. <http://www.smhi.se/nyhetsarkiv/vintern-2012-2013-ganska-normal-svensk-vinter-1.29088> [2014-10-11]
- Spörndly, E., Krohn, C., Dooren, H. J. & Wiktorsson, H. (2004). Automatic milking and grazing. Automatic milking – a better understanding. *Academic Publishers, Wageningen*, ss. 263-272.
- Thomsen, P.T., Østergaard, S., Houe, H. och Sørensen, J.T. (2007). Loser cows in Danish dairy herds: Risk factors. *Prev. Vet. Medicine*. vol. 79, ss. 136-154.

- Tūnon, G., Donovan, M. O., Lopez Villalobos, N., Hennessy, D., Kemp, P. & Kennedy, E. (2013). Spring and autumn animal treading effects on pre-grazing herbage mass and tiller density on two contrasting pasture types in Ireland. *Grass and Forage Science*.
- Turner, L. W., Udal, M. C., Larson, B. T. & Shearer, S. A. (2000). Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. *Canadian Journal of Animal Science*. vol. 80, ss. 405–413.
- Uppsala Universitet (2014). Klimattabeller. <http://celsius.met.uu.se/default.aspx?pageid=24> [2014-10-24]
- Warren, S. D., Thurow T. L., Blackburn, W. H. & Garza, N. E. (1986). The influence of Livestock Trampling under Intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. *Journal of Range Management*, vol. 39. ss. 491 – 495.
- Willatt, S. T. & Pullar, D. M. (1984). Changes in Soil Physical Properties under Grazed Pastures. *Australian Journal of Soil Research*, vol. 22, ss. 343-348.
- Williams, L. A., Rowlands, G. J. & Russel, A. M. (1986). Effect of wet weather on lameness in dairy cattle. *Veterinary Record*, vol. 118, ss. 259-261.
- Zadoks, R. N., Tikofsky, L. L. & Boor, K. J. (2005). Ribotyping of *Streptococcus uberis* from a dairy's environment, bovine feces and milk. *Veterinary Microbiology*, vol. 109, ss. 257-265.
- Öhrn, S. (1998). *Nötkreatur på barkbädd – bäddens kemiska och biologiska egenskaper samt användbarhet som kvävegödselmedel*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för Markvetenskap (Examensarbete 1998: 110)

Bilaga 1: Flygfoto över Betesfällorna innan betessäsong.



Bilaga 2: Flygfoto över betesfällorna efter betessäsong



I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*